# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

# DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

# DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

*En date du 13 Juillet 1835,*

**PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.**

**TOME QUATRE-VINGT-DIX-HUITIÈME**

JANVIER — JUIN 1884.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1884

# ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1884.

## SCIENCES MATHÉMATIQUES.

### SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (O. ✠).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✠).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✠).
BOUQUET (Jean-Claude) ✠.
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) ✠.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### SECTION II. — *Mécanique.*

SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✠).
PHILLIPS (Édouard) (O. ✠).
ROLLAND (Eugène) (G. O. ✠).
TRESCA (Henri-Édouard) (O. ✠).
RESAL (Henry-Amé) ✠.
LÉVY (Maurice) (O. ✠).

### SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ✠).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ✠).
LOEWY (Maurice) (O. ✠).
MOUCHEZ (Contre-Amiral Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✠).
TISSERAND (François-Félix) ✠.
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) ✠.

### SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Vice-Amiral François-Edmond) (G. O. ✠).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✠).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✠).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✠.
PERRIER (Colonel François) (O ✠).
N. . . . . . . . . . . . . . . . . .

### SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✻).
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (C. ✻).
JAMIN (Jules-Célestin) (C. ✻).
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (C. ✻).
DESAINS (Quentin-Paul) (O. ✻).
CORNU (Marie-Alfred) ✻.

## SCIENCES PHYSIQUES.

### SECTION VI. — *Chimie.*

CHEVREUL (Michel-Eugène) (G. C. ✻).
FREMY (Edmond) (C. ✻).
WURTZ (Charles-Adolphe) (G. O. ✻).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (C. ✻).
DEBRAY (Jules-Henri) ✻.
FRIEDEL (Charles) ✻.

### SECTION VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. ✻).
PASTEUR (Louis) (G. C. ✻).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) ✻.
HÉBERT (Edmond) (O. ✻).
FOUQUÉ (Ferdinand-André) ✻.
GAUDRY (Jean-Albert) ✻.

### SECTION VIII. — *Botanique.*

TULASNE (Louis-René) ✻.
DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ✻.

### SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (G. O. ✻).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (C. ✻).
THENARD (le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✻.
BOULEY (Henri-Marie) (C. ✻).
MANGON (Charles-François-Hervé) (C. ✻).
SCHLOESING (Jean-Jacques-Théophile) (O. ✻).

### SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri-Milne) (C. ✻).
QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (C. ✻).
BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
ROBIN (Charles-Philippe) ✻.
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (O. ✻).
EDWARDS (Alphonse-Milne) ✻.

### SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

GOSSELIN (Athanase-Léon) (C. ✻).
VULPIAN (Edme-Félix-Alfred) O. ✻.
MAREY (Étienne-Jules) ✻.
BERT (Paul).
RICHET (Didier-Dominique-Alfred) (C. ✻).
CHARCOT (Jean-Martin) (O. ✻).

## SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.

DUMAS (Jean-Baptiste) (G. C. ✻), pour les Sciences physiques.

## ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✵).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) ✵.
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✵).
DU MONCEL (le Comte Théodose-Achille-Louis) (O. ✵).
FAVÉ (Général Idelphonse) (G. O. ✵).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✵).
LALANNE (Léon-Louis CHRÉTIEN-) (G. O. ✵).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULCES DE) (O. ✵).
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

## ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✵), à Londres.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (George-Biddell) ✵, à Greenwich.
TCHÉBICHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✵, à Genève.
S. M. Dom PEDRO D'ALCANTARA (G. C. ✵), Empereur du Brésil.
THOMSON (Sir William) (C. ✵), à Glascow.
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✵), à Heidelberg.

# CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

## SCIENCES MATHÉMATIQUES.

### SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles) ✵, à Berlin.
KRONECKER (Léopold) ✵, à Berlin.
BRIOSCHI (François), à Milan.
N. . . . . . . . . . . . . .

## SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

CLAUSIUS (Julius-Emmanuel-Rudolph) (O. ✻), à Bonn.
CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ✻, à Versailles.
BROCH (Ole-Jacob) (O. ✻), à Christiania.
BOILEAU (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles.
COLLADON (Jean-Daniel) ✻, à Genève.
DAUSSE (Marie-François-Benjamin) ✻, à Grenoble.

## SECTION III. — *Astronomie* (16).

HIND (John-Russell), à Londres.
ADAMS (J.-C.), à Cambridge.
CAYLEY (Arthur), à Londres.
STRUVE (Otto-Wilhelm), à Pulkova.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) ✻, à Marseille.
OPPOLZER (Théodore D') (O. ✻), à Vienne.
HALL (Asaph), à Washington.
GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo) ✻, à Stockholm.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
DE LA RUE (Warren) (C. ✻), à Londres.
GOULD (Benjamin-Apthorp), à Cordoba.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

## SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
RICHARDS (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
LEDIEU (Alfred-Constant-Hector) (O. ✻), à Versailles.
NORDENSKIOLD (Nils-Adolf-Erik Baron) (C. ✻), à Stockholm.
CIALDI (Alexandre), à Rome.
N. . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . .

### Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

Weber (Wilhelm), à Göttingue.
Hirn (Gustave-Adolphe), au Logelbach.
Helmholtz (Hermann-Louis-Ferdinand) (c. ✻), à Berlin.
Kirchhoff (Gustave-Robert) (c. ✻), à Heidelberg.
Joule (James-Prescott), à Manchester.
Stokes (George-Gabriel), à Cambridge.
Abria (Jérémie-Joseph-Benoît) (o. ✻), à Bordeaux.
Lallemand (Étienne-Alexandre) ✻, à Poitiers.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

## SCIENCES PHYSIQUES.

### Section VI. — *Chimie* (9).

Hofmann (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
Marignac (Jean-Charles Galissard de), à Genève.
Frankland (Edward), à Londres.
Dessaignes (Victor), à Vendôme.
Williamson (Alexander-William), à Londres.
Lecoq de Boisbaudran (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
Chancel (Gustave-Charles-Bonaventure) ✻, à Montpellier.
Stas (Jean-Servais) ✻, à Bruxelles.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . .

### Section VII. — *Minéralogie* (8).

Kokscharow (Général Nicolas de), à Saint-Pétersbourg.
Studer (Bernard) ✻, à Berne.
Lory (Charles) ✻, à Grenoble.
Cailletet (Louis-Paul) ✻, à Châtillon-sur-Seine.
Abich (Guillaume-Germain), à Vienne.
Favre (Jean-Alphonse), à Genève.
Sella (Quintino), à Rome.
N. . . . . . . . . . . . .

Messieurs :

### SECTION VIII. — *Botanique* (10).

HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
PLANCHON (Jules-Émile) ✻, à Montpellier.
BENTHAM (George), à Londres.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Comte DE) ✻, à Aix.
GRAY (Asa), à Cambridge (Massachussets).
CLOS (Dominique), à Toulouse.
N. . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . .

### SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✻), à Rouen.
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorchebœuf.
MARTINS (Charles-Frédéric) (O. ✻), à Montpellier.
VERGNETTE-LAMOTTE (Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE) ✻, à Beaune.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Hertforshire).
MAC CORMIK, à Chicago (Illinois).
GASPARIN (Paul-Joseph DE) ✻, à Orange.
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) ✻, à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).

### SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN), à Louvain.
SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest DE), à Munich.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven.
CARPENTER (Guillaume-Benjamin), à Londres.
JOLY (Nicolas), à Toulouse.
HUXLEY (Thomas-Henry), à Londres.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . .

**SECTION XI.** — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.
BOUISSON (Étienne-Frédéric) (O. ✵), à Montpellier.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✵), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✵), à Téhéran.
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) ✵, à Lyon.
DONDERS (François-Corneille), à Utrecht.
PALASCIANO (Ferdinand-Antoine-Léopold), à Naples.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

---

*Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.*

BECQUEREL (Edm).
H.-MILNE EDWARDS.
Et les Membres composant le Bureau.

---

*Changements survenus dans le cours de l'année* 1883.

(*Voir* à la page 17 de ce volume.)

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 7 JANVIER 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

### RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être pris, cette année, dans l'une des Sections de Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

| | | | |
|---|---|---|---|
| M. Bouley | obtient. . . . . . . . . | 43 | suffrages, |
| M. Gosselin | » . . . . . . . . . | 5 | » |
| M. Milne Edwards | » . . . . . . . . . | 1 | » |
| M. Duchartre | » . . . . . . . . . | 1 | » |
| M. Robin | » . . . . . . . . . | 1 | » |
| M. Cahours | » . . . . . . . . . | 1 | » |
| M. Van Tieghem | » . . . . . . . . . | 1 | » |

Il y a trois bulletins blancs.

M. **Bouley**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1884.

L'Académie procède ensuite, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1884, et qui doivent être choisis, l'un dans les Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. H.-Milne Edwards obtient . . . . . . . 51 suffrages,
M. Becquerel » . . . . . . . 50 »

MM. **H.-Milne Edwards** et **Edm. Becquerel**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

---

Conformément au règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Blanchard** donne à cet égard les renseignements suivants :

## *État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1884.*

### *Volumes publiés.*

*Comptes rendus des séances de l'Académie.* — Le tome XCIV (1er semestre 1882) et le tome XCV (2e semestre 1882) ont paru avec leur Table.

Les numéros de l'année 1883 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

*Mémoires de l'Académie.* — Le tome XLII a été distribué au mois de mai dernier. Il contient la suite des recherches de MM. Becquerel sur la température à la surface du sol et à 36m de profondeur; le Mémoire de M. de Lacaze-Duthiers sur la *Laura Gerardiæ* et le travail de M. Chevreul sur la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation.

*Mémoires présentés par divers savants.* — Le tome XXVII a été distribué au mois d'octobre. Il renferme les Mémoires dont les titres suivent :

Sur le rabotage des métaux, par M. Tresca;

Sur les solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre, par M. Darboux;

Sur les vibrations calorifiques des solides homogènes, par M. Félix Lucas;

Recherche de la brachistochrone d'un corps pesant eu égard aux résistances passives, par M. Haton de la Goupillière;

Recherches expérimentales sur le mode de formation de divers minéraux météoritiques, par M. S. Meunier;

Mémoire relatif à l'application des surfaces les unes sur les autres, par M. D. Codazzi;

Sur les faisceaux de formes binaires ayant une même jacobienne, par M. C. Stephanos.

*Volumes en cours de publication.*

*Mémoires de l'Académie.* — Le tome XLIII a été réservé au travail de notre regretté Confrère, M. Yvon Villarceau, sur l'établissement des arches de pont. Le Mémoire proprement dit forme dix-sept feuilles qui sont tirées; viennent ensuite les Tables, qui ont dix-huit feuilles tirées et dont la composition se continue. Le dévouement apporté par l'un des collaborateurs de M. Yvon Villarceau à la correction des épreuves permet d'espérer que cette importante publication ne subira pas de retards.

Le tome XLIV ne renferme jusqu'ici que deux Mémoires de MM. Becquerel, faisant suite à leurs recherches sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre, jusqu'à 36$^{m}$ de profondeur, pour les années 1881 et 1882; ces deux Mémoires forment treize feuilles.

L'imprimerie a épuisé sa copie.

*Documents relatifs au Passage de Vénus.* — La publication intégrale des documents concernant l'observation de 1874 peut être considérée comme achevée; la 2$^{e}$ Partie du tome III, la seule qui restait à publier, renferme les travaux de Botanique, d'Anatomie et de Géologie de M. le D$^{r}$ H. Filhol, attaché à la Mission de l'île Campbell. Elle a actuellement quarante-sept feuilles tirées; la composition se poursuit et prendra bientôt fin. Les planches qui accompagnent ce Mémoire sont à l'impression.

Dès le mois de juillet 1882, l'Académie s'est préoccupée de la préparation du premier Volume des documents concernant le Passage de Vénus du mois de décembre de cette même année.

Elle a déjà obtenu les bons à tirer des Rapports ou Mémoires suivants :

Rapport au nom de la Sous-Commission chargée de faire des propositions définitives au sujet de l'installation des appareils photographiques du Passage de Vénus en 1882 et des dispositions à prendre pour les mesures micrométriques, par M. P. Hatt;

Note relative à des expériences faites sur l'oculaire d'Arago, à prismes biréfringents, par M. G. Fleuriais;

Projet d'instructions (Traduction des instructions anglaises);

Instruction pour l'observation des contacts des bords (Traduction des instructions allemandes);

Remarques de MM. Stone et Newcomb sur les instructions formulées par la Conférence internationale de Paris;

Sur les opérations à exécuter pour tirer parti des photographies du Passage de Vénus, par M. Wolf;

Sur les mesures des épreuves photographiques, par M. Bouquet de la Grye;

L'ensemble de ces Mémoires ou Rapports forme aujourd'hui vingt-trois feuilles.

*Mémoires présentés par divers savants.* — Le tome XXVIII est terminé et pourra être mis en distribution à la fin de ce mois. Le Mémoire nº 1, sur la réduction des équations différentielles linéaires aux formes intégrables, par M. Halphen, forme trente-huit feuilles; le Mémoire nº 2, intitulé : Expériences sur le réservoir du Furens, par M. Graeff, forme douze feuilles; il est accompagné de dix Planches; le Mémoire nº 3, sur les matières albuminoïdes, par M. Béchamp, forme cinquante-deux feuilles. Les cinquante premières sont tirées, les autres sont corrigées; le Mémoire nº 4, sur la trière athénienne, par M. le contre-amiral Serre, forme cinq feuilles, accompagnées de deux Planches; le Mémoire nº 5, portant pour titre : Problème inverse des brachistochrones, par M. Haton de la Goupillière, forme six feuilles.

Le tome XXIX est en cours d'impression. Il renfermera le Mémoire de M. Henry J.-S. Smith, sur la représentation des nombres par des sommes de cinq carrés. Ce Mémoire formera neuf feuilles dont les bons à tirer sont à l'imprimerie. A la suite de cet Ouvrage, viendra celui de M. Minkowski, sur le même sujet. La composition de celui-ci est moins avancée; la première feuille seule est bonne à tirer. Douze placards sont entre les mains de l'auteur.

## *Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1883.*

*Membres décédés*

*Section de Géométrie :* M. **Puiseux**, le 9 septembre.

*Section de Mécanique :* M. **Bresse**, le 22 mai.

*Section de Géographie et Navigation :* M. **Yvon Villarceau**, le 23 décembre.

*Section de Médecine et Chirurgie :* M. **Sédillot**, le 29 janvier; M. le baron **Cloquet**, le 23 février.

*Académiciens libres :* M. **de la Gournerie**, le 25 juin; M. **Breguet**, le 27 octobre.

*Membres élus.*

*Section de Mécanique :* M. **Maurice Lévy**, le 31 décembre, en remplacement de M. Bresse.

*Section d'Astronomie :* M. **Wolf**, le 16 avril, en remplacement de M. Liouville.

*Section de Médecine et Chirurgie :* M. **Richet**, le 7 mai, en remplacement de M. Sédillot; M. **Charcot**, le 12 novembre, en remplacement de M. le baron Cloquet.

*Membres à remplacer.*

*Section de Géométrie :* M. **Puiseux**, décédé.

*Section de Géographie et Navigation :* M. **Yvon Villarceau**, décédé.

*Académiciens libres :* M. **de la Gournerie**, décédé; M. **Bréguet**, décédé.

## *Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1883.*

*Correspondants décédés.*

*Section de Géométrie :* M. **Spottiswoode**, à Londres, le 27 juin.

*Section d'Astronomie :* M. **Roche**, à Montpellier, le 18 avril.

*Section de Géographie et Navigation :* M. le Général **Sabine**, à Londres, le 26 juin.

*Section de Physique :* M. **Plateau**, à Gand, le 15 septembre.

*Section de Minéralogie :* M. **Lawrence Smith**, à Louisville (Kentucky), le 12 octobre.

*Section de Botanique :* M. **Duval-Jouve**, à Montpellier, le 25 août; M. **Heer**, à Zurich, le 27 septembre.

*Correspondant élu.*

*Section d'Economie rurale :* M. **Gilbert**, à Rothamsted, le 9 juillet, en remplacement de M. Cornalia, décédé.

*Correspondants à remplacer.*

*Section de Géométrie :* M. **Spottiswoode**, à Londres, décédé le 27 juin 1883.

*Section d'Astronomie :* M. **Plantamour**, à Genève, décédé le 7 septembre 1882; M. **Roche**, à Montpellier, décédé le 18 avril 1883.

*Section de Géographie et Navigation :* M. l'Amiral **Lutke**, à Saint-Pétersbourg, décédé le  août 1882; M. le Général **Sabine**, à Londres, décédé le 26 juin 1883.

*Section de Physique :* M. **Plateau**, à Gand, décédé le 15 septembre 1883.

*Section de Chimie :* M. **Bunsen**, à Heidelberg, élu Associé étranger, le 26 décembre 1882.

*Section de Minéralogie :* M. **Lawrence Smith**, à Louisville (Kentucky), décédé le 12 octobre 1883.

*Section de Botanique :* M. **Darwin**, à Down, Bekenham, décédé le 19 avril 1882; M. **Duval-Jouve**, à Montpellier, décédé le 25 août 1883; M. **O. Heer** à Zurich, décédé le 27 septembre 1883.

*Section d'Anatomie et Zoologie :* M. **Brandt**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 15 juillet 1879; M. **Mulsant**, à Lyon, décédé le 4 novembre 1880.

*Section de Médecine et Chirurgie :* M. **Schwan**, à Liège, décédé le 21 janvier 1882.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Van Tieghem** fait hommage à l'Académie du IX^e^ et dernier fascicule de son « Traité de Botanique ».

## MÉMOIRES LUS.

M. Sandras donne lecture d'un Mémoire portant pour titre : « Des nspirations ou inhalations antimicrobiques et médicamenteuses. »

(Commissaires : MM. Vulpian, Paul Bert, Charcot.)

## MEMOIRES PRÉSENTÉS.

MISSION DU CAP HORN. — *Rapport sur les recherches hydrographiques de la* Romanche *dans l'archipel du cap Horn;* par M. F. Martial.

« Suivant le désir manifesté par l'Académie, la *Romanche* devait consacrer aux travaux d'Hydrographie et aux recherches d'Histoire naturelle l'année du séjour de l'expédition du cap Horn dans les eaux magellaniques.

» Les instructions rédigées à cet effet par M. le Directeur du Dépôt des cartes et plans se résument ainsi :

« La *Romanche* pourrait explorer toutes les îles de l'archipel du cap Horn, surtout au point de vue des mouillages à recommander. Elle pourrait aussi déterminer des positions géographiques, en partant de l'observatoire qui sera établi pour la mission, en le rattachant au cap des Vierges, aux îles Malouines, à Punta-Arenas, où M. Fleuriais a fait, en 1867, des déterminations directes et aux îlots Saint-Ildefonse et Diego Ramirez. Il y a là une région mal connue où un bâtiment à vapeur, muni de bons chronomètres, peut toujours s'employer utilement. »

» Pour m'aider dans l'exécution de cette tâche, dont je me réservais la direction, j'avais fait choix de MM. de Carfort, de Lajarte et de la Monneraye, qui furent désignés pour faire partie de l'état-major de la *Romanche*.

» M. de Carfort, qui m'a plus particulièrement assisté, joint à une pratique déjà longue des travaux hydrographiques une grande habileté comme observateur; M. de Lajarte, par son incessante activité, a contribué dans une large mesure au succès de nos opérations; M. de la Monneraye, malgré les recherches météorologiques et magnétiques dont il était chargé, a pris cependant une grande part aux observations exécutées sur le terrain.

» Il est juste de signaler l'activité et le zèle de tous les instants déployés

par ces officiers qui coordonnent actuellement, au Dépôt des cartes et plans, les documents rapportés et rédigent le travail commencé à la Terre-de-Feu.

» J'aurai l'honneur de présenter à l'Académie les Cartes qui résulteront de ces études, quand le Dépôt en aura autorisé la publication; je dois me borner aujourd'hui à mentionner dans ce rapport sommaire les procédés dont nous avons fait usage et les résultats auxquels nous sommes parvenus.

» L'archipel du cap Horn comprend tout le groupe d'îles qui s'étend au sud du canal du Beagle, du 55ᵉ parallèle environ jusqu'au cap Horn; ces îles ont été reconnues en partie lors des voyages de l'*Adventure* et du *Beagle* par King et Fitz Roy. Ce dernier, en particulier, a exécuté un travail considérable dans ces parages; la Carte anglaise n° 1373, *The south eastern part of Tierra del Fuego* est le résultat des reconnaissances rapides pratiquées de 1830 à 1834 par l'éminent hydrographe anglais.

» Cet archipel présente la même constitution géologique que l'extrémité du continent, qu'il prolonge dans le sud.

» Dans l'ouest, des terres hachées, dominées par de hautes montagnes couvertes de neige, continuent jusqu'au cap Horn la Cordillère des Andes; dans l'est, le terrain relativement bas, de formation tertiaire, rappelle les pampas et les vastes plaines du continent.

» Sur toute la côte ouest, une chaîne presque continue d'îles, d'îlots et de rochers constitue ce qu'on nomme en Norwège le *Skjergaard*, la défense contre la mer. Ces îles et la côte sont le plus souvent séparées par des canaux profonds, où la difficulté de la navigation pendant la nuit, non moins que les mauvais temps presque continuels, rendent très difficile tout travail d'ensemble; en outre, le sol montagneux et boisé ne permet souvent pas de cheminer de proche en proche pour installer les signaux de la triangulation, et les grands vents qui soufflent constamment sur les sommets gênent et arrêtent souvent les observateurs.

» Ces difficultés naturelles, jointes à celles qui résultaient des obligations multiples auxquelles devait satisfaire le bâtiment, ne permettaient pas d'appliquer les procédés habituels de l'hydrographie à l'immense étendue de côtes que nous devions explorer. La seule île Hoste, dont les contours mesurent environ 160 milles de longueur de pointe en pointe, a un développement de plus de 450 milles de côtes.

» Nous avons donc été conduits à faire usage de procédés rapides qui ne nécessitent pas des opérations d'une grande précision, comme celles

qu'entraînent les méthodes géodésiques usuelles, mais qui assurent cependant une exactitude supérieure à celle que l'on peut attendre des constructions graphiques qui restent le but que l'on se propose.

» Le travail exécuté comprend donc trois parties distinctes, qu'on peut classer suivant le degré d'exactitude que les procédés employés permettent de leur attribuer :

» 1° La triangulation régulière de tout le canal du Beagle depuis l'anse Bannez, dans l'île Picton, jusqu'à la pointe Divide, à la jonction des bras du nord-ouest et du sud-ouest avec ce canal; celle des côtes de l'archipel du cap Horn, comprises entre les méridiens de ces deux points extrêmes, ainsi que les plans ou croquis, au nombre de vingt, des différents mouillages que nous avons occupés.

2° Le levé sous vapeur avec station faite simultanément à terre du bras nord-ouest, de la moitié environ du bras du sud-ouest du canal du Beagle et des îles Ildefonse;

3° La reconnaissance sous vapeur de l'extrémité nord-ouest du passage Talbot, de la partie ouest du bras du sud-ouest, de la côte ouest de l'archipel depuis la baie de Cook jusqu'au cap Black-Head; enfin la reconnaissance rapide des divers canaux qui rejoignent le Whaleboat et le Darwin-Sounds au passage Brecknock.

» La première partie de ce travail a été exécutée par les procédés ordinaires de l'Hydrographie, en établissant un réseau de triangles embrassant tout l'archipel; le terrain, dans ces contrées, oppose un obstacle presque insurmontable à la mesure des bases terrestres. Cette difficulté, déjà signalée par Fitz-Roy, provient non seulement de la rareté des plages de dimensions convenables, mais surtout de la nature marécageuse du sol; on a donc fait usage des observations astronomiques pour déterminer une double base en latitude et en longitude; puis des stations au théodolite, faites à chacun des sommets de la triangulation, ont permis de dessiner tous les détails du littoral, dont chacun des points était placé par son azimut et sa distance zénithale, suivant le procédé décrit par l'amiral Mouchez (*Procédé rapide pour le levé des plans hydrographiques*); toutefois, comme vérification, on a mesuré sur plusieurs points de petites bases terrestres; les calculs préliminaires de la triangulation d'une partie du canal du Beagle accusent une différence de $500^{m}$ environ entre les résultats auxquels on est parvenu suivant que l'on a fait usage de la base astronomique ou de la base terrestre sur une longueur de près de

50 milles; il suffit de remarquer que les instruments employés ne permettent pas de compter sur une plus grande exactitude.

» L'une des bases astronomiques aboutit à la baie Orange, dont la position a été soigneusement déterminée par M. de Carfort.

» La longitude de ce point a été obtenue par sept transports de temps effectués dans de bonnes conditions, une fois de Montevideo à la baie Orange, six fois de ce dernier point à Punta-Arenas; la position du pied de l'anémomètre de la mission, choisi comme point de départ de la triangulation, est, d'après cet observateur :

| | |
|---|---|
| Latitude | 55°31′24″S. |
| Longitude | 70°25′12″O. |

» D'après Fitz Roy, la latitude de l'observatoire de l'anse Forge, dont la position est à un demi-mille environ au nord de notre observatoire, est de 55°30′50″ S.

» Les différentes valeurs attribuées jusqu'à présent à la longitude de la baie Orange sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| King (milieu de la baie) | 70°20′37″ O. |
| Fitz Roy (plan n° 2026) | 70°22′57″,5 |
| » observatoire de l'anse Forge | 70°25′31″ |
| » sommet de l'île Burnt | 70°22′34″ |

» Ces différentes valeurs ont été déduites d'observations chronométriques; il importe de remarquer, à ce sujet, que les longitudes calculées par Fitz Roy, lors de son premier voyage, ont subi une correction de 2′15″ résultant de la différence de la position attribuée à Port Famine par King et par cet officier.

» Cette partie du travail embrasse une étendue de côtes de 1150 milles marins environ; le temps si court dont nous disposions a obligé de faire usage, pour le compléter, des plans particuliers exécutés par nos prédécesseurs quand ils ont été reconnus exacts.

» Le procédé dont on s'est servi pour la seconde partie du travail consiste à faire simultanément usage de stations à terre et à bord; l'impossibilité de gravir les hautes montagnes qui bordent des deux côtés les bras qui terminent le canal de Beagle, non moins que le peu de temps dont nous disposions, ne permettant pas d'effectuer cette seconde partie du travail par les méthodes ordinaires de la triangulation, ce procédé a paru pouvoir utilement servir pour le levé rapide de ces canaux.

» On procédait de la façon suivante :

» Un observateur était déposé à terre, de façon à voir le signal précédent; puis le navire allait se placer en vue de l'observateur et de ce même signal et restait immobile en mouillant un plomb de sonde. A un signal convenu, l'observateur placé à terre observait l'azimut astronomique, quand cela était possible, sinon magnétique, du signal précédent, en même temps qu'il mesurait sa distance au mât de misaine, d'où un second officier prenait en même temps la distance de l'observateur à ce signal.

» Les positions des extrémités du parcours étant déterminées par des observations astronomiques, les erreurs sont comprises entre des limites relativement restreintes, l'erreur commise dans un triangle restant indépendante de celle du triangle suivant.

» Ce procédé a été employé pour lever une longueur de 35 milles de côtes environ.

» La troisième partie comprend la reconnaissance rapide de la partie ouest du bras du sud-ouest, de toute la côte extérieure de l'archipel depuis la baie de Cook jusqu'à la baie Tufusis et de la partie nord du passage Talbot.

» Pour l'effectuer, on a estimé la route du bâtiment dont la machine était soumise à une allure bien réglée; on gouvernait, en outre, à un cap bien nettement déterminé par un alignement, quand cela était possible; deux observateurs placés aux compas relevaient, à l'aide d'une alidade fixe à 45° et à 90° de la route, chacun des points saillants de la côte, dont ils dessinaient en même temps les contours; on notait en même temps l'heure exacte : les extrémités des parcours et celles de quelques positions intermédiaires sont déterminées directement par des observations astronomiques, ce qui limite les erreurs.

» Nous avons fait usage de ce procédé pour la reconnaissance de 150 milles de côtes environ; bien qu'il ne soit possible de lui attribuer qu'une exactitude restreinte, les plans qui ont été dressés par ce moyen serviront utilement à rectifier et à compléter la reconnaissance rapide opérée dans les mêmes parages par les embarcations du *Beagle*, notamment celle du canal intérieur, qui met en communication le canal de ce nom et le détroit de Magellan.

» Cette route, qui permet de passer d'un détroit à l'autre en se tenant à l'abri de la grosse mer du large, sera facilement pratiquée par les vapeurs

à faible machine à l'aide du tracé que nous en avons fait et pourrait être d'un grand secours, en cas d'opérations militaires, au navire qui voudrait se rendre par les canaux intérieurs des environs du cap Horn jusqu'à l'extrémité des canaux latéraux de la Patagonie.

» Le canal est sain et tous les dangers découvrent ou sont balisés par les goëmons ; il court à peu près en ligne droite sur une longueur de 90 milles depuis la baie des trois bras dans le bras du nord-ouest jusqu'à sa jonction avec le passage Brecknock; les positions de plusieurs points de ce parcours ont été fixées par les observations astronomiques, ce qui permettra, en se servant de la position de l'île Saint-Paul déterminée par Fitz Roy, d'en faire un tracé suffisamment exact.

» En résumé, le travail hydrographique poursuivi au cap Horn comprend la reconnaissance de la majeure partie de l'archipel magellanique située dans le sud de la Terre-de-Feu, celle du canal du Beagle et des différents canaux qui mènent de celui-ci au détroit de Magellan ; cette reconnaissance, appuyée sur la détermination astronomique de quelques positions suffisamment espacées, permet de rectifier sur beaucoup de points les cartes actuellement en usage.

» Elle complète la géographie de l'île Hoste dont la côte ouest n'était pas encore dessinée. Le New Year Sound, grande baie parsemée d'îles et d'îlots et terminée par quatre grands bras, le canal de la Romanche qui sépare les îles Pothuau et Jauréguiberry de la péninsule Hardy, sont actuellement bien déterminés; nous avons délimité exactement les contours du groupe des Wollaston, composé en réalité de trois grandes îles, Grévy, Bayly et Wollaston; enfin les explorations qui ont accompagné ces reconnaissances contribueront à faire connaître la constitution géologique de ces îles, formées en réalité de presqu'îles soudées ensemble par des isthmes étroits et bas que séparent des fiords profonds, terminés souvent par des glaciers descendant jusqu'à la mer. Le plus vaste de ces fiords, le Ponsomby Sound, pénètre à plus de 28 milles dans l'intérieur de l'île Hoste et limite dans le sud la presqu'île Dumas.

» Le nom de l'illustre savant rappellera la grande part qui revient à l'Académie dans la réussite de l'expédition du cap Horn. »

MISSION DU CAP HORN. — *Sur le climat du cap Horn.*
Note de M. J. LEPHAY.

« Sur l'invitation de la Commission du cap Horn, j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie les principales moyennes météorologiques des observations régulières prises d'heure en heure à la baie Orange, pendant le séjour de la Mission. Les calculs qui restent encore à faire n'apporteront à ces premiers résultats que des corrections insignifiantes.

» Les Tableaux qui suivent se liront aisément; je ne donnerai donc ici que les quelques explications nécessaires.

» *Baromètre.* — La pression atmosphérique, exprimée en millimètres, a été ramenée à 0°C.; elle correspond à l'altitude de $12^m$ au-dessus du niveau moyen des mers. L'oscillation moyenne du baromètre a été obtenue chaque mois en divisant le total des hausses de la colonne mercurielle par le nombre des dépressions observées sur la courbe de l'instrument enregistreur.

» *Température de l'air.* — Les heures moyennes du maximum et du minimum moyens diurnes résultent de la moyenne des heures correspondant à ces données pour chaque jour et déterminées au moyen des courbes de l'enregistreur.

» Par heure de gelée, j'entends toute heure à la fin de laquelle l'enregistreur accuse une température inférieure à 0°C. Les jours de gelée sont ceux pendant lesquels le thermomètre à minima est descendu au-dessous de 0°C.

» *Pluies.* — Les pluies sont exprimées en millimètres.

» Par jour de pluie, j'entends toute journée pendant laquelle il est tombé de l'eau, sous quelque forme que ce soit. Le total des jours de pluie comprend donc à la fois : les jours de pluie, les jours de neige et les jours où il est tombé de la grêle et du grésil.

» *Etat du ciel.* — La nébulosité était observée directement de quatre en quatre heures, le chiffre 10 correspondant à un ciel totalement couvert.

» Les heures de soleil ont été fournies par l'héliographe Campbell.

» Les nuits étoilées sont celles qui ont donné lieu à une observation de nébulosité égale ou inférieure à 5.

» *Vents.* — La vitesse du vent est donnée ici en kilomètres et à l'heure,

au moyen des observations d'heure en heure prises au compteur de l'anémomètre Robinson.

» Les jours de coup de vent sont ceux qui comprennent au moins une heure pendant laquelle la vitesse *moyenne* du vent a été trouvée égale ou supérieure à $65^{km}$. La même règle a servi à déterminer les heures de coup de vent.

» Sont considérées comme heures de calme celles qui n'ont pas vu la vitesse moyenne du vent dépasser $1^{km}$.

» Un top à l'anémomètre correspond à vingt tours de l'instrument, soit à une vitesse du vent égale à $100^{m}$, en admettant un rapport constant égal à 3 entre la vitesse du vent et la vitesse absolue des coupes de l'instrument.

» Nous publions enfin, dans les deux derniers Tableaux, des indications assez complètes sur les vents et les bourrasques du cap Horn.

» Tel qu'il est, ce document a une importance immédiate pour les marins, à quelque nation qu'ils appartiennent; nous souhaitons vivement qu'ils en tirent quelque profit.

» Dans les derniers Tableaux, résumé d'environ 8000 observations de direction et d'intensité des vents, on trouve, pour chaque rhumb de vent, deux colonnes dans lesquelles $n$ exprime le nombre d'observations pour le rhumb considéré, N le total des observations du mois et $V_m$ la vitesse moyenne en kilomètres et à l'heure.

» C'est ainsi que la colonne $\frac{n}{N}$ exprime, en centièmes, la fréquence relative du vent considéré.

*Moyennes mensuelles des principales données météorologiques observées à la baie d'Orange, Terre de-Feu, du 26 septembre 1882 à midi au 31 août 1883 à minuit.*

| MOIS et Saisons. | PRESSION ATMOSPHÉRIQUE. | | | | TEMPÉRATURE DE L'AIR. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Moyenne. | Maximum. | Minimum. | Oscillat. moyenne. | Moyenne | Maxim. moyen diurne. | Minim. moyen diurne. | Heure moyenne du maxim. diurne. | Heure moyenne du minim diurne. | Heures de la moyenne diurne. Matin. | Heures de la moyenne diurne. Soir. | Heures de gelée. | Jours où il a gelé | Maxim mensuel. | Minim. mensuel. |
| | mm | mm | mm | | o | o | o | h m | h m | h m | h m | | | o | o |
| Septembre 1882 (5 jours). | 48,09? | 52,57 le 28 | 43,32 le 30 | 5,3? | 5,75? | 9,72 | 4,10 | 12.45 s. | 1 m. | // | // | 3 | 2 | 10,6 | —1,3 |
| Octobre 1882 | 43,72 | 62,30 le 10 | 25,70 le 23 | 7,2 | 5,78 | 10,79 | 1,45 | 12.45 s. | 2 m. | // | // | 34 | 9 | 16,6 | —3,7 |
| Novembre 1882 | 41,89 | 56,80 le 26 | 25,60 le 28 | 9,3 | 6,81 | 11,78 | 2,55 | 1.30 s. | 3 m. | // | // | // | 1 | 15,9 | —0,5 |
| Décembre 1882 | 46,55 | 58,60 le 6 | 28,90 le 10 | 7,70 | 7,90 | 13,03 | 3,51 | 12.35 s. | 1.10 m. | // | // | // | // | 19,0 | 0,6 |
| Janvier 1883 | 45,99 | 63,40 le 26 | 23,50 le 22 | 11,5 | 7,78 | 10,75 | 3,79 | 12.55 s. | 2.20 m. | // | // | // | // | 17,0 | 0,0 |
| Février 1883 | 49,04 | 61,60 le 16 | 21,40 le 26 | 8,7 | 8,92 | 15,74 | 4,33 | 12.45 s. | 1.45 m. | // | // | // | // | 24,5 | 0,0 |
| Mars 1883 | 40,65 | 59,00 le 10 | 23,30 le 5 | 8,6 | 5,88 | 10,70 | 2,73 | 12.41 s. | 2.37 m. | // | // | // | 4 | 15,2 | — 0,2 |
| Avril 1883 | 46,18 | 65,10 le 27 | 29,20 le 22 | 10,8 | 4,94 | 8,26 | 1,76 | 11.45 m. | 2.10 m. | // | // | 12 | 3 | 12,2 | —2,0 |
| Mai 1883 | 49,54 | 66,60 le 1 | 29,70 le 16 | 10,0 | 4,39 | 7,21 | 1,60 | 2.35 s. | 12.55 m. | // | // | 15 | 5 | 14,8 | —1,8 |
| Juin 1883 | 47,92 | 63,30 le 19 | 27,00 le 5 | 12,7 | 2,28 | 4,61 | —0,35 | 1.25 s. | 2.30 s. | // | // | 124 | 18 | 9,0 | —5,6 |
| Juillet 1883 | 48,88 | 63,30 le 7 | 22,60 le 15 | 11,6 | 3,18 | 5,99 | 1,97 | 1.06 s. | 2 m. | // | // | 50 | 16 | 12,5 | —2,6 |
| Août 1883 | 45,42 | 65,10 le 27 | 31,10 le 12 | 12,2 | 3,03 | 6,50 | —0,05 | 12.35 s. | 1.35 m | // | // | 108 | 15 | 11,2 | —7,3 |
| Été 1882-1883 | 44,64 | // | // | 9,0 | 7,18 | 12,13 | 3,06 | 12.52 s. | 2.08 m. | 7.30 m. | 6.15 s. | 34 | 14 | 10,6 | — 1,3 |
| Hiver 1883 | 47,58 | // | // | 11,40 | 3,56 | 7,05 | 1,51 | 1.02 s. | 1.42 m. | 9 m. | 5 s. | 312 | 59 | // | // |
| Année 1882-1883 | 46,11 | // | // | 10,20 | 5,40 | 9,59 | 2,28 | 12.57 m. | 1.55 m. | 8.15 m. | 5.45 s. | 346 | 73 | // | // |

*Moyennes mensuelles des principales données météorologiques observées à la baie d'Orange, Terre-de-Feu, du 26 septembre 1882 à midi au 31 août 1883 à minuit.* (Suite.)

| MOIS et Saisons. | ÉTAT HYGROMÉTRIQUE. | | TENSION DE LA VAPEUR D'EAU. | | | PLUIES. | | | | | ÉTAT DU CIEL. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Moyenne. | Minimum. | Moyenne. | Maxim. | Minimum | Hauteurs totales. | Jours de pluie. | Jours où il a neigé. | Jours où il est tombé de la grêle. | Heures de pluie. | Nébulosité moyenne. | Heures de Soleil = $h$. | Rapport de $h$ au nombre d'heures de jour. | Jours sans Soleil. | Nuits étoilées. |
| | | | mm | mm | mm | mm | | | | | | h | | | |
| Septembre 1882 (5 jours). | 83,8 | 55 | 5,88 | 7,14 | 3,20 | 6,8 | 3 | // | // | 10 | 7,0 | 19.55 | 0,330 | 2 | 1 |
| Octobre 1882 | 83,3 | 40 | 5,75 | 7,95 | 3,26 | 88,2 | 26 | 6 | 9 | 143 | 7,7 | 97.20 | 0,257 | 4 | 11 |
| Novembre 1882 | 82,4 | 41 | 6,09 | 8,37 | 4,04 | 125,8 | 28 | 3 | 9 | 148 | 8,5 | 110.0 | 0,235 | 2 | 5 |
| Décembre 1882 | 82,9 | 43 | 6,60 | 11,27 | 2,92 | 150,9 | 29 | 2 | 8 | 142 | 8,5 | 111.40 | 0,211 | 2 | 4 |
| Janvier 1883 | 83,0 | 46 | 6,56 | 9,99 | 4,04 | 162,3 | 28 | 7 | 14 | 136 | 8,6 | 110.0 | 0,217 | 3 | 3 |
| Février 1883 | 80,7 | 38 | 6,88 | 9,20 | 3,80 | 85,8 | 24 | 2 | 4 | 123 | 7,9 | 102.45 | 0,253 | 3 | 6 |
| Mars 1883 | 79,5 | 39 | 5,51 | 8,21 | 3,58 | 152,4 | 24 | 4 | 7 | 177 | 8,4 | 53.45 | 0,203 | 7 | 7 |
| Avril 1883 | 83,9 | 49 | 5,46 | 7,82 | 2,88 | 177,8 | 26 | 4 | 11 | 192 | 8,1 | 43.40 | 0,146 | 11 | 12 |
| Mai 1883 | 80,3 | 41 | 5,03 | 7,73 | 3,29 | 115,3 | 25 | 9 | 11 | 168 | 7,6 | 56.50 | 0,243 | 11 | 13 |
| Juin 1883 | 88,1 | 52 | 4,77 | 6,71 | 2,13 | 122,8 | 21 | 9 | 10 | 151 | 7,7 | 27.55 | 0,134 | 12 | 14 |
| Juillet 1883 | 82,0 | 49 | 4,73 | 7,10 | 2,59 | 39,2 | 21 | 11 | 7 | 88 | 7,2 | 48.50 | 0,236 | 9 | 19 |
| Août 1883 | 76,1 | 41 | 4,34 | 6,60 | 2,34 | 138,9 | 23 | 13 | 5 | 121 | 7,4 | 72.10 | 0,257 | 5 | 16 |
| Été 1882-1883 | 81,95 | // | 6,23 | // | // | 765,4 | 159 | 24 | 51 | 869 | 8,3 | 585.30 | 0,229 | 21 | 36 |
| Hiver 1883 | 82,08 | // | 5,00 | // | // | 600,8 | 119 | 46 | 44 | 730 | 7,5 | 269.20 | 0,224 | 50 | 75 |
| Année 1882-1883 | 82,01 | // | 5,63 | // | // | 1366,2 | 278 | 70 | 95 | 1599 | 7,89 | 834.50 | 0,226 | 71 | 111 |

*Moyennes mensuelles des principales données météorologiques observées à la baie Orange, Terre-de-Feu, du 26 septembre 1882 au 31 août 1883 à minuit.* (Suite.)

| Mois et Saisons. | Vents. Vitesse moyenne. | Vitesse maxima. | Maximum moyen diurne. | Heure moyenne du maximum diurne. | Jours de coups de vent. | Heures de coups de vent. | Heures de calme. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | km | km | km | h m | | | |
| Septembre 1882 (5 jours).... | // | // | // | // | // | // | // |
| Octobre 1882 | 19,70 | 102 | 43,70 | 1.15 s. | 5 | 13 | 66 |
| Novembre 1882 | 26,86 | 100 | 53,90 | 2.20 s. | 6 | 54 | 54 |
| Décembre 1882 | 27,06 | 100 | 56,80 | 2.50 s. | 8 | 50 | 76 |
| Janvier 1883 | 33,14 | 105 | 57,10 | 12.20 s. | 13 | 52 | 30 |
| Février 1883 | 27,98 | 120 | 56,10 | 1. s. | 7 | 71 | 88 |
| Mars 1883 | 23,66 | 140 | 49,10 | 1. s. | 4 | 51 | 90 |
| Avril 1883 | 21,21 | 80 | 44,69 | 1.06 s. | 7 | 16 | 123 |
| Mai 1883 | 21,37 | 79 | 45,41 | 12.45 s. | 4 | 10 | 45 |
| Juin 1883 | 20,02 | 83 | 38,02 | 1.50 s. | 5 | 23 | 100 |
| Juillet 1883 | 21,84 | 132 | 46,30 | 3. s. | 6 | 41 | 74 |
| Août 1883 | 21,17 | 88 | 45,50 | 12.10 s. | 6 | 25 | 62 |
| Été 1882-83 | 26,400 | // | 52,78 | 1.30 s. | 43 | 291 | 404 |
| Hiver 1883 | 21,121 | // | 43,98 | 1.22 s. | 28 | 115 | 404 |
| Année 1882-83 | 23,760 | // | 48,38 | 1.26 s. | 71 | 406 | 808 |

| Mois et Saisons. | Température du sol à $0^m,15$. Moyenne. | Maximum. | Minimum. | Température du sol à $0^m,30$. Moyenne. | Minimum à $0^m,15$. | Maxima à $0^m,30$. | Température de l'eau de mer. | de l'eau douce. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| Septembre 1882 (5 jours).... | 5,01 | 6,0 | 4,0 | 4,53 | 3,9 | 5,1 | 5,3 | // |
| Octobre 1882 | 5,85 | 8,0 | 4,0 | 5,31 | 3,5 | 6,8 | 6,3 | 7,21 |
| Novembre 1882 | 7,54 | 8,9 | 5,2 | 6,74 | 5,0 | 8,2 | 8,6 | 8,9 |
| Décembre 1882 | 8,94 | 11,0 | 7,0 | 8,00 | 7,4 | 8,8 | 9,7 | 9,9 |
| Janvier 1883 | 9,02 | 10,6 | 7,4 | 8,20 | 7,1 | 8,8 | 10,7 | 10,3 |
| Février 1883 | 9,75 | 11,9 | 7,3 | 8,90 | 6,7 | 9,6 | 10,8 | 10,5 |
| Mars 1883 | 7,05 | 9,4 | 5,6 | 7,06 | 4,6 | 8,2 | 8,7 | 7,7 |
| Avril 1883 | 5,49 | 7,3 | 4,9 | 5,65 | 4,2 | 6,5 | 7,6 | 5,6 |
| Mai 1883 | 4,11 | 5,6 | 3,7 | 4,50 | 2,8 | 5,2 | 6,4 | 4,2 |
| Juin 1883 | 2,89 | 4,6 | 2,8 | 3,36 | 2,0 | 4,4 | 5,7 | 3,0 |
| Juillet 1883 | 2,39 | 4,0 | 2,4 | 2,86 | 1,8 | 3,5 | 5,5 | 2,5 |
| Août 1883 | 2,47 | 4,0 | 1,8 | 2,65 | 1,6 | 3,4 | 5,2 | 3,4 |
| Été 1882-83 | 8,02 | // | // | 7,37 | // | // | 9,11 | 9,08 |
| Hiver 1883 | 3,73 | // | // | 3,92 | // | // | 5,95 | 2,95 |
| Année 1882-83 | 5,87 | // | // | 5,64 | // | // | 7,53 | 6,01 |

*Marches moyennes diurnes et annuelles du baromètre, du thermomètre, de l'état hygrométrique de l'air et de la tension de la vapeur d'eau.*

| | 1h m. | 2h m. | 3h m. | 4h m. | 5h m. | 6h m. | 7h m. | 8h m. | 9h m. | 10h m. | 11h m. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Baromètre (700mm) | 46,12 | 46,10 | 46,01 | 46,04 | 46,06 | 46,09 | 46,06 | 46,03 | 46,04 | 46,02 | 46,03 |
| Température de l'air | 3°,95 | 3,94 | 3,91 | 4,04 | 4,10 | 4,26 | 4,83 | 5,47 | 6,12 | 6,86 | 7,44 |
| État hygrométrique de l'air | 87,1 | 87,4 | 87,1 | 87,3 | 87,3 | 86,4 | 85,0 | 83,5 | 81,5 | 78,4 | 75,3 |
| Tension de la vapeur d'eau en millimètres | 5,35 | 5,33 | 5,30 | 5,36 | 5,39 | 5,42 | 5,55 | 5,69 | 5,76 | 5,86 | 5,85 |

| | Midi. | 1h s. | 2h s. | 3h s. | 4h s. | 5h s. | 6h s. | 7h s. | 8h s. | 9h s. | 10h s. | 11h s. | Minuit. | Moyenne. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Baromètre (700mm) | 46,07 | 45,95 | 45,93 | 45,95 | 46,04 | 46,08 | 46,18 | 46,25 | 46,33 | 46,31 | 46,29 | 46,27 | 46,25 | 46,12 |
| Température de l'air | 7,63 | 7,68 | 7,46 | 7,13 | 6,36 | 5,83 | 5,32 | 4,91 | 4,66 | 4,40 | 4,31 | 4,17 | 4,17 | 5,37 |
| État hygrométrique de l'air | 74,6 | 73,5 | 74,0 | 75,1 | 77,9 | 79,5 | 81,7 | 83,7 | 84,9 | 85,9 | 86,3 | 86,8 | 87,0 | 82,01 |
| Tension de la vapeur d'eau en millimètres | 5,83 | 5,80 | 5,80 | 5,73 | 5,62 | 5,54 | 5,50 | 5,43 | 5,47 | 5,41 | 5,31 | 5,44 | 5,40 | 5,550 |

*Marche moyenne de la vitesse du vent : en janvier, en juin, en été, en hiver.*

| | 1h m. | 2h m. | 3h m. | 4h m. | 5h m. | 6h m. | 7h m. | 8h m. | 9h m. | 10h m. | 11h m. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | km | km | km | km | km | km | km | km | km | km | km |
| Janvier | 24,55 | 29,56 | 29,42 | 30,17 | 30,05 | 31,46 | 30,45 | 31,79 | 37,58 | 39,97 | 39,90 |
| Juin | 21,35 | 22,43 | 21,07 | 20,48 | 19,74 | 20,64 | 18,26 | 19,59 | 19,10 | 20,12 | 19,91 |
| Été | 20,33 | 21,93 | 21,49 | 21,98 | 22,84 | 23,16 | 22,99 | 24,37 | 26,45 | 29,14 | 29,61 |
| Hiver | 19,13 | 20,42 | 19,80 | 19,49 | 20,17 | 22,17 | 20,37 | 20,17 | 20,58 | 21,17 | 22,00 |

| | Midi. | 1h s. | 2h s. | 3h s. | 4h s. | 5h s. | 6h s. | 7h s. | 8h s. | 9h s. | 10h s. | 11h s. | Minuit. | Moyenne. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | km | km | km | km | km | km | km | km | km | km | km | km | km | km |
| Janvier | 38,39 | 40,99 | 41,33 | 40,98 | 37,69 | 36,95 | 36,90 | 32,13 | 28,69 | 27,60 | 27,52 | 26,50 | 25,29 | 33,130 |
| Juin | 19,53 | 19,79 | 20,44 | 19,87 | 19,17 | 19,17 | 20,15 | 18,84 | 17,56 | 18,19 | 21,29 | 21,73 | 21,91 | 20,019 |
| Été | 30,35 | 32,43 | 39,69 | 33,16 | 31,58 | 31,89 | 30,30 | 27,19 | 25,78 | 23,33 | 23,80 | 22,17 | 21,42 | 26,400 |
| Hiver | 22,32 | 23,70 | 23,29 | 23,03 | 20,35 | 20,94 | 22,30 | 20,87 | 20,37 | 19,94 | 21,46 | 21,47 | 20,74 | 21,121 |

*Vents en fréquence relative. — Vitesse moyenne des vents dans chaque rhumb.*

$\frac{n}{N}$ = Fréquence relative en centièmes.

$V_m$ = Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure.

| MOIS et Saisons. | NORD. | | NNE. | | NE. | | ENE. | | E. | | ESE. | | SE. | | SSE. | | SUD. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. |
| | | km | | km | | km | | km | | km | | km | | km | | km | | km |
| Octobre 1882 (3 j) | 0,9 | 8,10 | // | // | // | // | » | // | // | // | // | // | // | // | // | // | // | // |
| Novembre 1882. | 1,8 | 16,2 | 0,8 | 13,33 | 1,5 | 13,70 | 0,7 | 3,46 | 0,5 | 7,85 | 0,8 | 6,40 | 1,6 | 6,40 | 0,3 | 7,85 | 0,1 | 9,50 |
| Décembre 1882.. | 1,5 | 20,86 | 0,6 | 5,70 | 0,6 | 5,03 | 0,4 | 6,10 | 0,2 | 4,70 | 0,4 | 5,50 | 0,6 | 12,60 | 0,2 | 2,70 | 1,1 | 23,07 |
| Janvier 1883... | 0,5 | 21,50 | 1,3 | 14,10 | 1,5 | 17,00 | 2,4 | 7,30 | 2,9 | 7,00 | // | // | 0,8 | 3,70 | 0,9 | 4,30 | 1,2 | 10,00 |
| Février 1883.... | 2,6 | 13,70 | 3,5 | 18,20 | 1,6 | 9,00 | 0,9 | 14,0 | 0,6 | 9,00 | 0,9 | 6,66 | 0,6 | 7,50 | 0,3 | 18,50 | 0,7 | 20,20 |
| Mars 1883...... | 5,6 | 9,20 | 4,6 | 23,00 | 1,5 | 12,00 | 4,3 | 14,31 | 2,8 | 10,30 | 1,6 | 14,33 | 1,2 | 5,77 | 0,3 | 7,50 | 0,8 | 9,33 |
| Avril 1883..... | 4,6 | 8,09 | 3,6 | 14,65 | 3,2 | 14,05 | 1,0 | 11,14 | 0,1 | 6,00 | 0,1 | 7,00 | // | // | 0,7 | 18,20 | 1,9 | 21,42 |
| Mai 1883....... | 5,8 | 14,18 | 11,8 | 25,72 | 6,6 | 21,89 | 4,9 | 12,92 | 1,2 | 8,87 | 1,2 | 7,87 | 0,3 | 8,50 | 0,5 | 4,50 | 0,3 | 10,00 |
| Juin 1883...... | 0,7 | 9,40 | 3,9 | 15,75 | 3,7 | 14,66 | 4,4 | 19,65 | 5,1 | 11,54 | 4,8 | 15,23 | 4,1 | 6,83 | 1,2 | 4,22 | 1,1 | 4,50 |
| Juillet 1883.... | 1,6 | 19,80 | 5,5 | 23,60 | 6,2 | 8,40 | 3,5 | 7,50 | 2,0 | 3,30 | 0,4 | 7,30 | 1,5 | 3,70 | 1,3 | 4,90 | 0,7 | 13,80 |
| Août 1883.... | 7,9 | 12,84 | 8,8 | 23,38 | 5,6 | 16,57 | 2,7 | 21,15 | 0,9 | 18,43 | 0,5 | 7,25 | 4,3 | 15,00 | 0,2 | 7,50 | 1,9 | 16,20 |
| Été 1882-83.... | 2,2 | 14,93 | 1,8 | 14,86 | 1,1 | 11,34 | 1,5 | 9,03 | 1,2 | 7,77 | 0,6 | 8,22 | 0,8 | 7,19 | 0,3 | 8,16 | 0,6 | 14,42 |
| Hiver 1882-83... | 4,1 | 12,86 | 6,8 | 20,62 | 5,0 | 15,11 | 3,3 | 14,47 | 1,8 | 9,63 | 1,4 | 8,93 | 2,0 | 8,51 | 0,8 | 7,86 | 1,2 | 13,18 |
| Année 1882-83.. | 3,15 | 13,895 | 4,3 | 17,740 | 3,2 | 13,225 | 2,6 | 11,750 | 1,7 | 8,70 | 1,1 | 8,575 | 1,4 | 7,85 | 0,6 | 8,010 | 0,9 | 13,80 |

*Vents en fréquence relative. — Vitesse moyenne des vents dans chaque rhumb.* (Suite.)

| MOIS et Saisons. | SSW. | | SW. | | WSW. | | W. | | WNW. | | NW. | | NNW. | | CALMES | TOTAL des observations. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | $V_m$. | $\frac{n}{N}$. | |
| | | km | | km | | km | | km | | km | | km | | km | | |
| Octobre 1882... | 2,7 | 40,00 | 2,7 | 45,00 | 15,3 | 19,06 | 8,1 | 14,76 | 26,1 | 24,74 | 29,7 | 20,12 | 7,2 | 8,78 | 1,8? | 105 |
| Novembre 1882. | 0,7 | 23,42 | 3,8 | 31,64 | 24,6 | 38,16 | 20,7 | 36,54 | 14,8 | 28,83 | 7,5 | 19,08 | 4,4 | 13,47 | 10,0 | 720 |
| Décembre 1882.. | 8,3 | 32,10 | 10,4 | 37,55 | 31,0 | 47,67 | 17,7 | 31,24 | 7,0 | 26,50 | 4,9 | 12,85 | 1,8 | 16,09 | 12,9 | 530 |
| Janvier 1883.... | 9,5 | 32,80 | 22,9 | 48,00 | 22,7 | 41,20 | 11,7 | 33,60 | 11,0 | 30,00 | 4,0 | 19,50 | 1,3 | 24,80 | 4,8 | 744 |
| Février 1883.... | 4,1 | 31,30 | 15,1 | 41,80 | 24,0 | 49,50 | 14,8 | 27,20 | 9,6 | 18,40 | 4,1 | 12,00 | 1,5 | 11,60 | 14,5 | 672 |
| Mars 1883...... | 3,5 | 22,84 | 6,7 | 26,34 | 12,6 | 39,13 | 11,3 | 40,40 | 15,7 | 39,92 | 9,6 | 18,43 | 4,9 | 8,84 | 12,7 | 744 |
| Avril 1883..... | 2,3 | 29,52 | 8,7 | 29,35 | 13,8 | 41,10 | 14,4 | 39,44 | 9,7 | 27,60 | 6,9 | 13,76 | 8,6 | 8,92 | 19,9 | 720 |
| Mai 1883....... | 1,2 | 21,38 | 6,8 | 28,04 | 11,9 | 35,52 | 9,5 | 31,25 | 10,7 | 25,88 | 11,0 | 18,89 | 7,0 | 12,02 | 9,5 | 744 |
| Juin 1883...... | 6,6 | 17,91 | 12,3 | 25,04 | 8,4 | 39,11 | 12,0 | 35,54 | 8,4 | 27,91 | 7,6 | 21,51 | 0,8 | 14,17 | 14,2 | 720 |
| Juillet 1883.... | 4,5 | 31,30 | 6,8 | 39,30 | 14,6 | 30,90 | 14,6 | 38,30 | 12,2 | 21,40 | 8,6 | 18,60 | 5,2 | 18,00 | 10,7 | 744 |
| Août 1883...... | 2,5 | 36,21 | 4,8 | 37,94 | 6,7 | 31,43 | 15,9 | 25,85 | 11,5 | 27,37 | 12,2 | 21,64 | 4,2 | 13,32 | 8,6 | 744 |
| Été 1882-83..... | 4,8 | 30,41 | 10,3 | 38,39 | 21,7 | 39,12 | 14,1 | 30,62 | 14,0 | 28,06 | 10,0 | 16,98 | 3,7 | 13,93 | 9,5 | 3515 |
| Hiver 1882-83... | 3,4 | 27,26 | 7,9 | 31,93 | 11,1 | 35,43 | 13,3 | 34,07 | 10,5 | 26,03 | 9,3 | 18,76 | 5,1 | 13,28 | 12,6 | 3672 |
| Année 1882-83.. | 4,1 | 28,835 | 9,1 | 35,160 | 16,4 | 37,275 | 13,7 | 32,345 | 12,3 | 27,045 | 9,7 | 17,870 | 4,4 | 13,605 | 11,0 | 7187 |

*Coups de vent.*

$n$ = Nombre d'observations dans le rhumb considéré.

N = Nombre total dans le mois ou la saison.

| MOIS et Saisons. | SSW. | | SW. | | WSW. | | W. | | WNW. | | NW. | | NNW. | | N. | | NNE. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $n$. | $\frac{n}{N}$. | $n$. | $\frac{n}{N}$. | $n$. | $\frac{n}{N}$. | $n$. | $\frac{n}{N}$. | $n$. | $\frac{n}{N}$. | $n$. | $\frac{n}{N}$. | $n$. | $\frac{n}{N}$. | $n$. | $\frac{n}{N}$. | $n$. | $\frac{n}{N}$. |
| Novembre 1882.... | " | " | 6 | 11,1 | 16 | 29,6 | 21 | 38,9 | 11 | 20,3 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| Décembre 1882.... | 4 | 8,0 | 11 | 20,0 | 36 | 64,0 | 1 | 2,0 | 1 | 2,0 | 1 | 2,0 | 1 | 2,0 | " | " | " | " |
| Janvier 1883....... | " | " | 35 | 66,0 | 13 | 24,8 | 1 | 1,9 | 1 | 1,9 | " | " | " | " | 1 | 1,9 | 1 | 1,9 |
| Février 1883....... | " | " | 19 | 26,0 | 51 | 71,4 | 1 | 1,4 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| Mars 1883......... | " | " | 1 | 1,9 | 14 | 27,4 | 10 | 19,6 | 25 | 49,0 | 1 | 1,9 | " | " | " | " | " | " |
| Avril 1883........ | " | " | 1 | 6,3 | 8 | 50,0 | 6 | 37,5 | 1 | 6,3 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| Mai 1883.......... | " | " | " | " | 2 | 20,0 | 5 | 50,0 | 3 | 30,0 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| Juin 1883......... | " | " | 3 | 12,9 | 14 | 60,2 | 5 | 21,5 | 1 | 4,3 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| Juillet 1883..... .. | 2 | 4,8 | 10 | 24,3 | 7 | 17,0 | 21 | 51,2 | 1 | 2,4 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| Août 1883......... | 4 | 16,0 | 5 | 20,0 | 8 | 32,0 | 6 | 24,0 | 1 | 4,0 | " | " | " | " | " | " | 1 | 4,0 |
| Été 1882-1883..... | 4 | 1,6 | 72 | 25,0 | 130 | 44,0 | 34 | 12,8 | 38 | 14,6 | 2 | 0,5 | 1 | 0,4 | 1 | 0,4 | 1 | 0,4 |
| Hiver 1882-1883... | 6 | 4,2 | 19 | 12,7 | 39 | 35,8 | 43 | 36,8 | 7 | 9,4 | " | " | " | " | " | " | 1 | 0,8 |
| Année 1882-1883.. | 10 | 2,9 | 91 | 19,2 | 169 | 39,9 | 77 | 24,8 | 45 | 12,0 | 2 | 0,9 | 1 | 0,2 | 1 | 0,2 | 2 | 0,6 |

M. E. Fontaneau soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Sur la déformation et les mouvements intérieurs des corps élastiques ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Resal, Cornu.)

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie une Lettre et un Mémoire de M. *Baré*, relatifs à une nouvelle méthode d'arpentage.

Le Mémoire de M. Baré sera soumis à l'examen de MM. Jordan et Lalanne.

M. A. Mackenzie Cameron adresse une nouvelle Communication relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

## CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à lui adresser une liste de deux candidats pour la chaire de Culture, laissée vacante au Muséum d'Histoire naturelle par le décès de M. *Decaisne*.

(Renvoi aux Sections de Botanique et d'Économie rurale.)

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie les renseignements suivants sur l'Exposition italienne, dont l'ouverture doit avoir lieu à Turin le 1er avril 1884.

« L'Exposition italienne, dont l'ouverture aura lieu à Turin le 1er avril 1884, est accessible aux étrangers pour tout ce qui concerne l'électricité et ses applications. Par décision de la Direction générale des Douanes, les objets destinés à l'Exposition seront exempts de tous droits à leur entrée en Italie. Un décret royal attribue un prix de dix mille francs à l'invention (ou à l'ensemble d'appareils) constituant un progrès notable dans les applications industrielles de l'Électricité, la transmission du travail mécanique à distance, la production de la lumière, etc. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de la comète Pons-Brooks.* Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Mouchez.

« Je demande à l'Académie la permission de compléter ma précédente Note sur le spectre de la comète Pons-Brooks. Je disais, dans cette Note, que je n'avais pu distinguer la bande orangée des hydrocarbures; je n'y ai pas réussi davantage par l'emploi d'un prisme moins dispersif et d'un grossissement oculaire plus faible. La bande violette ne se voit pas non plus.

» Jusqu'au 26 décembre, il ne m'avait pas été possible de séparer le spectre du noyau de celui des couches voisines dans la chevelure; mais, dans la soirée du 27, le spectre du noyau s'est montré formé, comme à l'ordinaire, d'une bande longitudinale, étroite, continue, avec un notable renforcement de lumière à ses intersections avec les trois bandes du carbone. Il est dû, probablement, à de la lumière solaire réfléchie. Cette probabilité se transformerait en certitude si l'on pouvait distinguer, dans

cette partie du spectre, quelques-unes des lignes de Fraunhofer, comme M. Huggins en a observé dans le spectre photographique de la grande comète de 1881. J'ajouterai que le spectre continu ne se prolonge qu'à une très faible distance au delà des deux bandes extrêmes.

» L'éclat du noyau, qui avait augmenté beaucoup du 15 au 25 décembre, semble maintenant stationnaire. Pendant ces quelques jours, on a pu voir la queue de la comète se développer rapidement. Ce développement aussi paraît s'arrêter (2 janvier). »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations spectroscopiques faites, à Nice, sur la comète Pons.* Note de M. Thollon.

« Depuis le commencement de novembre, nous avons, M. Perrotin et moi, profité de la récente installation d'un 14 pouces ($0^m,378$) au mont Gros pour faire des études spectroscopiques sur la nouvelle comète. On sait déjà que son spectre ressemble à celui de toutes les comètes observées jusqu'à ce jour et qu'il se compose de trois bandes identiques à celles que donnent les composés du carbone. Mais ce qui nous a frappés, c'est l'éclat et la netteté extraordinaires de ces bandes, qui se distinguent sans peine, même quand l'intérieur de la coupole est éclairé par plusieurs lampes, tandis que le spectre continu donné par le noyau est lui-même si faible qu'il ne dépasse guère, en étendue, la région des trois bandes et qu'on n'y peut reconnaître aucune des couleurs spectrales. Il faut conclure de là que l'élément gazeux domine dans la constitution de cet astre, conclusion qui semble justifiée par les singularités d'aspect qu'il a présentées jusqu'à ce jour.

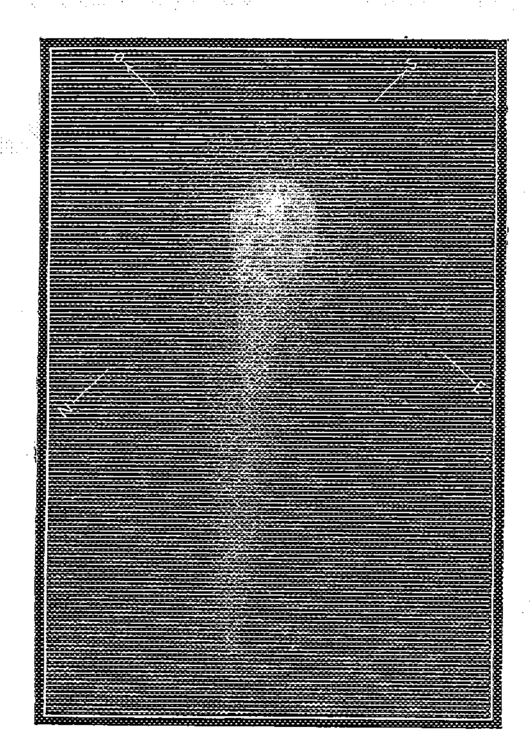
» Il offre une analogie qui mérite d'être signalée avec la comète *c* 1881, que j'ai étudiée avec soin au 14 pouces de l'Observatoire de Paris. Dans cette dernière, le spectre gazeux semblait aussi avoir une certaine prédominance; les bandes étaient nettes et brillantes. Or sa queue, au lieu d'être formée par deux bandes lumineuses parallèles à l'axe, qui reste relativement obscur, était constituée par une seule bande se confondant avec l'axe et se dégradant symétriquement de part et d'autre. Il en est de même pour celle que nous voyons aujourd'hui, avec cette différence que la lumière de la queue, au lieu de se dégrader symétriquement par rapport à l'axe, se termine brusquement du côté sud par une ligne à peu près droite. Il serait fort remarquable que cette particularité fût le caractère propre des comètes où le spectroscope indique la prédominance des éléments gazeux. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation de la comète Pons-Brooks.* Note de M. E.-L. Trouvelot, présentée par M. Janssen.

« Le 17 décembre, à $6^h 30^m$, temps moyen de Marseille, j'ai observé la comète de 1812 à l'aide d'une lunette de $156^{mm}$ d'ouverture, armée d'un oculaire grossissant 85 fois. Le ciel n'était pas d'une bien grande pureté, et l'observation fut même plusieurs fois interrompue par les vapeurs épaisses qui obscurcissaient la comète.

» La comète était très facilement visible à l'œil nu, et paraissait plus brillante que l'amas stellaire d'Hercule, auquel elle ressemblait ; seulement, on voyait parfois luire sur sa nébulosité une vague étincelle, qui indiquait qu'elle possédait un noyau.

» Vue dans la lunette, la comète se montrait avec un noyau, une



chevelure et une queue. Le noyau avait l'éclat d'une étoile de 6e grandeur, bien que ses contours diffus rendissent assez difficile une comparaison exacte avec les étoiles. Ce noyau, qui avait un diamètre très ap-

préciable, n'était pas circulaire, mais un peu allongé dans une direction à peu près perpendiculaire à l'axe de la queue.

» La chevelure, qui était très brillante, avait un diamètre de 10′ environ ; mais elle se fondait si doucement dans le ciel, qu'il était impossible de reconnaître ses limites exactes. A première vue, elle ressemblait à une nébuleuse globulaire, fortement condensée autour d'un noyau central, mais avec un peu d'attention elle apparaissait comme si elle fût double et formée de deux parties semi-circulaires, qui étaient tournées vers le Soleil et qui, à l'arrière, se prolongeaient pour former la queue. La partie intérieure, beaucoup plus brillante que l'extérieure, entourait le noyau, qui cependant n'était pas placé au centre de sa courbe, mais était plus rapproché d'elle vers le côté du Soleil. En se prolongeant à l'arrière, cette chevelure interne formait à elle seule presque toute la queue. La chevelure externe, qui était beaucoup moins lumineuse, avait beaucoup plus d'étendue, et se prolongeait aussi vers l'arrière pour former la queue, mais elle s'évanouissait à une très courte distance, donnant ainsi à la queue un aspect pyramidal.

» La queue, bien qu'elle ne fût pas très brillante, se distinguait cependant à première vue, se terminant en pointe à une distance de 25′ du noyau. Comme ceux de la chevelure, ses bords se fondaient doucement dans le ciel et n'étaient pas susceptibles d'être saisis du regard. La queue avait une direction nord-ouest, et était approximativement dirigée à l'opposé de la place occupée par le Soleil.

» La figure qui accompagne cette Communication est la reproduction du dessin que j'ai obtenu dans cette observation. Elle représente la comète telle qu'elle apparaissait alors. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines fonctions doublement périodiques de seconde espèce.* Note de M. E. GOURSAT, présentée par M. Hermite.

« Une Lettre de Fuss, publiée dans le *Bulletin des Sciences mathématiques* de M. Darboux (mai 1879, p. 226), contient un exemple remarquable, dû à Euler, d'une différentielle contenant un radical carré portant sur un polynôme du quatrième degré qui, par une substitution algébrique, se réduit à une différentielle rationnelle. M. Hermite a indiqué, à propos de cette formule, un mode particulier de décomposition en éléments simples des fonctions doublement périodiques, aux périodes $2K$ et $2iK'$, qui véri-

fient en outre une des relations

$$F(x+iK') = -F(x),$$
$$F(x+K+iK') = -F(x),$$
$$F(x+K) = -F(x)$$

(*Journal de Liouville*, 3e série, t. VI, 1880). De ce mode de décomposition on déduit immédiatement que l'intégrale d'une pareille fonction s'exprime au moyen de fonctions doublement périodiques et de logarithmes de fonctions doublement périodiques. Ce résultat peut, à un certain point de vue, être généralisé comme il suit : *Soit* $F(x)$ *une fonction doublement périodique de seconde espèce dont les multiplicateurs sont des racines de l'unité, l'un au moins étant différent de l'unité; l'intégrale* $\int F(x)dx$ *est égale à une fonction doublement périodique augmentée d'une somme de logarithmes de fonctions doublement périodiques multipliées par des facteurs constants.*

» Soient $2K$ et $2iK'$ les périodes de $F(x)$; je suppose que l'on ait

$$F\left(x+\frac{2K}{m}\right) = bF(x),$$

$b$ étant une racine de l'équation $b^m - 1 = 0$, différente de l'unité, de telle sorte que

$$1 + b + b^2 + \ldots + b^{m-1} = 0. \tag{1}$$

J'emploierai, pour la décomposition de $F(x)$ en éléments simples, une méthode analogue à celle de M. Hermite; seulement la fonction qui joue le rôle d'élément simple sera ici

$$f(x) = Z(x) + bZ\left(x - \frac{2K}{m}\right) + b^2 Z\left(x - \frac{4K}{m}\right) + \ldots + b^{m-1} Z\left[x - \frac{2(m-1)K}{m}\right],$$

où l'on a posé

$$Z(x) = \frac{H'(x)}{H(x)}.$$

Il est clair que cette fonction vérifie les relations

$$f(x+2iK') = f(x),$$
$$f\left(x+\frac{2K}{m}\right) = bf(x),$$

et qu'elle a un seul pôle à l'intérieur d'un parallélogramme dont les sommets ont pour affixes les quantités

$$\alpha,\ \alpha + \frac{2K}{m},\ \alpha + 2iK',\ \alpha + \frac{2K}{m} + 2iK'.$$

» Cela posé, la fonction $F(z)f(x-z)$ sera une fonction doublement périodique de $z$ aux périodes $\frac{2K}{m}$ et $2iK'$, et, en écrivant que la somme des résidus à l'intérieur du parallélogramme des périodes est nulle, on parvient à la formule de décomposition

$$F(x) = \Sigma[A_0 f(x-a) + A_1 D_x f(x-a) + \ldots + A_n D_x^n f(x-a)];$$

par conséquent, on aura aussi

$$\int F(x)dx = \Sigma\int A_0 f(x-a)dx + \Sigma[A_1 f(x-a) + \ldots + A_n D_x^{n-1} f(x-a)].$$

» La seconde partie du second membre est évidemment une fonction doublement périodique, aux périodes $2K$ et $2iK'$; pour évaluer la première, je remarque que

$$\int f(x-a)\,dx$$

peut s'écrire

$$\begin{aligned}\int f(x-a)\,dx = &\int\left[Z(x-a) - Z\left(x-a-\frac{2K}{m}\right)\right]dx\\ &+ (1+b)\int\left[Z\left(x-a-\frac{2K}{m}\right) - Z\left(x-a-\frac{4K}{m}\right)\right]dx + \ldots\\ &+ (1+b+\ldots+b^{m-2})\int\left\{Z\left[x-a-\frac{2(m-2)K}{m}\right]\right.\\ &\qquad\left. - Z\left[x-a-\frac{2(m-1)K}{m}\right]\right\}dx,\end{aligned}$$

et l'on est ramené à des termes de la forme

$$\begin{aligned}&\int\left[Z(x-b) - Z\left(x-b-\frac{2K}{m}\right)\right]dx\\ &\quad = \log\frac{H(x-b)}{H\left(x-b-\frac{2K}{m}\right)} = \frac{1}{m}\log\left[\frac{H(x-b)}{H\left(x-b-\frac{2K}{m}\right)}\right]^m,\end{aligned}$$

et la fonction sous le signe logarithme est manifestement une fonction doublement périodique aux périodes $2K$ et $2iK'$; d'où résulte la proposition annoncée.

» Soit $F(x)$ une fonction telle que celles qui viennent d'être définies, et soit

$$\operatorname{sn} x = t;$$

on aura

$$F(x) = \varphi\left[t, \sqrt{(1-t^2)(1-k^2t^2)}\right],$$

$\varphi$ désignant une fonction rationnelle, et l'intégrale

$$\int \frac{\varphi\left[t, \sqrt{(1-t^2)(1-k^2t^2)}\right] dt}{\sqrt{(1-t^2)(1-k^2t^2)}}$$

s'exprimera au moyen de symboles élémentaires. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires à coefficients doublement périodiques*. Note de M. **G. Floquet**, présentée par M. Hermite.

« Soit l'équation différentielle linéaire

$$P(y) = \frac{d^m y}{dx^m} + p_1 \frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}} + \ldots + p_m y = 0,$$

à coefficients doublement périodiques, aux périodes $\omega$ et $\omega'$, et dont l'intégrale générale est supposée uniforme.

» Faisant abstraction de la période $\omega'$, je regarde les coefficients comme périodiques, de période $\omega$. Je suis ainsi dans un cas que j'ai étudié ([1]). J'en conclus l'existence de $m$ solutions distinctes de la forme

$$P(x) = \varphi_0(x) + x\varphi_1(x) + x^2\varphi_2(x) + \ldots + x^i\varphi_i(x),$$

les fonctions $\varphi_0, \varphi_1, \ldots, \varphi_i$ se reproduisant à un même facteur constant près, par le changement de $x$ en $x + \omega$. Ce facteur est racine d'une certaine équation algébrique $\Delta = 0$, que j'ai appelée *l'équation fondamentale relative à la période* $\omega$. Soient $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_n$ ses $n$ racines distinctes. Chacune d'elles $\varepsilon_i$ a deux caractéristiques, son degré de multiplicité $\mu_i$, et l'ordre $\lambda_i$ à partir duquel les déterminants mineurs de $\Delta$ cessent d'être tous nuls pour $\varepsilon_i$. La première $\mu_i$ représente le nombre maximum des solutions distinctes qui sont de la forme $P(x)$ avec le multiplicateur $\varepsilon_i$, et la seconde $\lambda_i$ le nombre de celles $S(x)$, qui sont telles que $S(x + \omega) = \varepsilon_i S(x)$. En désignant par $\nu$ la somme $\lambda_1 + \lambda_2 + \ldots + \lambda_n$, $P = 0$ admet comme intégrales distinctes $\nu$ fonctions $S(x)$, et seulement $\nu$, par exemple $S_1(x), S_2(x), \ldots, S_\nu(x)$.

» Si je n'envisage maintenant, dans les coefficients $p$, que la période $\omega'$, j'en conclus pareillement $m$ solutions

$$P'(x) = \varphi'_0(x) + x\varphi'_1(x) + \ldots + x^{i'}\varphi'_{i'}(x),$$

---

([1]) *Annales de l'École Normale* (février et mars 1883).

$\varphi_0, \varphi'_1, \ldots \varphi_{i'}$ se reproduisant à un même facteur constant près par le changement de $x$ en $x + \omega'$. Les caractéristiques $\mu'_1$ et $\lambda'_1$, $\mu'_2$ et $\lambda'_2, \ldots, \mu'_{n'}$ et $\lambda'_n$ des $n'$ racines distinctes de l'*équation fondamentale* $\Delta' = 0$, *relative à la période* $\omega'$, jouiront de propriétés analogues aux précédentes, et $P = 0$ admettra $\nu'$ solutions $S'_1(x), S'_2(x), \ldots, S'_{\nu'}(x)$, telles que $S'(x + \omega') = \varepsilon' S'(x)$, $\nu'$ désignant la somme $\lambda'_1 + \lambda'_2 + \ldots + \lambda'_{n'}$.

» Cela posé, en considérant simultanément les deux périodes $\omega$ et $\omega'$, on reconnaît sans peine que, si, parmi les $\nu$ intégrales $S(x)$ ou parmi les $\nu'$ intégrales $S'(x)$, une fonction se trouve seule de son multiplicateur, elle est doublement périodique de seconde espèce. Comme, *en général*, une des équations fondamentales aura ses racines toutes différentes entre elles, on peut dire que, *en général*, $P = 0$ admet comme solutions distinctes $m$ fonctions doublement périodiques de seconde espèce. C'est le beau théorème de M. Picard. Soit N le nombre maximum des solutions distinctes de cette nature. N ne peut surpasser ni $\nu$ ni $\nu'$; mais il ne peut être inférieur ni à $n$ ni à $n'$, de sorte que ce nombre est toujours au moins égal à l'unité, comme l'ont démontré autrement MM. Picard et Mittag-Leffler. Voici les circonstances où N est exactement égal à $m$. *Il faut et il suffit que toute racine de chaque équation fondamentale annule tous les mineurs du premier membre jusqu'à l'ordre marqué par son degré de multiplicité exclusivement.* Les limites $\nu$, $\nu'$ et $n$, $n'$ du nombre N, et certaines interprétations qu'on peut en trouver, donnent d'ailleurs divers théorèmes, parmi lesquels celui-ci, qui complète le précédent : *quand un seul des nombres $\nu$ et $\nu'$ est égal à $m$,* N *est égal à l'autre.*

» Quelle est la forme des intégrales qui ne sont pas doublement périodiques de seconde espèce ? Pour l'obtenir, je montre l'existence d'un système fondamental de solutions susceptibles chacune des deux formes $P(x)$ et $P'(x)$. Il s'agit alors d'exprimer une fonction capable de ces formes. J'établirai, dans une autre Note, que *son expression est un polynôme aux deux variables $x$ et $Z(x)$, ayant pour coefficients des fonctions doublement périodiques de seconde espèce, de mêmes multiplicateurs.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une notation propre à représenter certains développements.* Note de M. **R. Radau.**

« Pour représenter, sous une forme condensée, les polynômes hypergéométriques, on peut se servir avec avantage de la notation de Vander-

monde, qui désigne par $(a, r)^n$ la factorielle

$$= a(a+r)(a+2r)\ldots(a+nr-r).$$

» On a ainsi, pour la série hypergéométrique ordinaire,

$$\mathfrak{F}(-n, \beta, \gamma, x) = \left(1 - \frac{\beta, 1}{\gamma, 1} x\right)^n = (\beta, 1)^n \left(\frac{1}{\beta+n-1, -1} - \frac{x}{\gamma, 1}\right)^n.$$

» Le binôme des factorielles peut s'écrire sous diverses formes, telles que les suivantes :

$$(a+b, r)^n = [(a, r) + (b, r)]^n,$$

$$\left(1 + \frac{a, -1}{b, 1}\right)^n = \left(\frac{a+b, 1}{b, 1}\right)^n, \quad \left(1 - \frac{a, 1}{b, 1}\right)^n = \left(\frac{b-a, 1}{b, 1}\right)^n.$$

Il s'ensuit que

$$\left(1 - \frac{\beta, 1}{\gamma, 1} x - \frac{\delta, 1}{\varepsilon, 1}\right)^n = \left(\frac{\varepsilon - \delta, 1}{\varepsilon, 1} - \frac{\beta, 1}{\gamma, 1} x\right)^n$$
$$= \left(\frac{\varepsilon - \delta, 1}{\varepsilon, 1}\right)^n \left(1 - \frac{\beta, 1}{\gamma, 1} \frac{\varepsilon + n - 1, -1}{\varepsilon - \delta + n - 1, -1} x\right)^n,$$

formule qui exprime un théorème dû à M. Tisserand [1].

» En convenant de remplacer $\cos(x)^n$ par $\cos nx$ dans le développement du second membre, on peut aussi se servir de la formule symbolique

$$(2\cos x)^n = \cos\left(x + \frac{1}{x}\right)^n,$$

qui comprend les arguments positifs et négatifs; en ne prenant que les arguments positifs, il faut doubler tous les termes, sauf celui dont l'argument est nul. Si $f(z)$ désigne une fonction entière de $z$, cette formule donne

$$f(2\cos x) = 2\cos f\left(x + \frac{1}{x}\right).$$

On aurait de même, en faisant $z = \mu\cos x + \nu\cos y$,

$$(2z)^n = 4\cos\cos\left(\mu x + \frac{\mu}{x} + \nu y + \frac{\nu}{y}\right)^n$$

et, en posant $n = (a+i) + a + (b+j) + b$,

$$(2z)^n = 4n!\cos\cos\sum \frac{\mu^{i+2a}\nu^{j+2b} x^i y^j}{(a+i)!\,a!\,(b+j)!\,b!}$$
$$= \sum \frac{4n!}{i!\,j!}\left(\frac{\mu^2}{i+1, 1} + \frac{\nu^2}{j+1, 1}\right)^{a+b} \mu^i \nu^j \cos ix \cos jy.$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 884.

» Cette formule conduit à la suivante :

$$(1 - 2\Theta z + \Theta^2)^{-k} = \sum \frac{4(k, 1)^n \Theta^n}{i!j!f!(1+\Theta^2)^{n+k}} \left( \frac{\mu^2}{i+1, 1} + \frac{\nu^2}{j+1, 1} \right)^f \mu^i \nu^j \cos ix \cos jy,$$

qui coïncide avec celle de M. Backlund, à la condition d'arrêter le développement de $(1+\Theta^2)^{-(n+k)}$ au terme $\Theta^{2\left(\frac{p-n}{2}\right)}$ ou $\Theta^{2\left(\frac{p-n-1}{2}\right)}$, si le développement de $(1 - 2\Theta z + \Theta^2)^{-k}$ est arrêté au terme $\Theta^p P^{p,k}(z)$, comme l'a expliqué M. Backlund, condition que je n'ai pas mentionnée en indiquant l'expression des coefficients $E_n^{(s)}$ [1]; la différence ne porterait d'ailleurs que sur des termes d'un ordre supérieur à $p$. On a ici $n = i + j + 2f$. »

MÉCANIQUE. — *Calcul de l'arc de contact d'une bande métallique flexible enroulée suivant certaines conditions données, mais quelconques, sur un cylindre circulaire.* Note de M. **H. Léauté**, présentée par M. Resal.

« Considérons tout d'abord le cas simple d'une lame primitivement droite; nous reconnaîtrons ensuite que le cas plus général où la lame est circulaire à l'état naturel n'exige aucune modification dans la méthode et donne lieu à la même suite de calculs.

» Prenons l'équation de la courbe affectée par la lame, l'origine étant à l'extrémité et l'axe des $\xi$ étant dirigé suivant la force P qui agit en cette extrémité; les sens positifs des axes des $\xi$ et des $\eta$, qui sont rectangulaires, seront choisis de telle sorte que les points de la lame voisins de l'origine aient des coordonnées positives.

» Le moment fléchissant en chaque point est égal à $P\eta$; le moment des forces élastiques qui lui font équilibre est $\frac{EI}{\rho}$, E étant le coefficient d'élasticité longitudinale, I le moment d'inertie de la section droite de la lame par rapport à l'axe de flexion, $\rho$ le rayon de courbure au point considéré. On a ainsi

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\eta}{a^2}, \tag{1}$$

en posant $\frac{EI}{P}$ égal à $a^2$.

» Mais, si l'on désigne par $\sigma$ l'arc de la courbe élastique et par $\alpha$ l'angle

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1470 et 1548.

de sa tangente avec l'axe des $\xi$, on a

$$\frac{1}{\rho} = \frac{d\alpha}{d\sigma}; \tag{2}$$

d'où l'on conclut, en représentant par $\alpha_0$ la valeur de $\alpha$ au point où la courbure de la lame devient nulle, c'est-à-dire à l'origine,

$$\left(\frac{d\alpha}{d\sigma}\right)^2 = \frac{4}{a^2}\left(\cos^2\frac{\alpha_0}{2} - \cos^2\frac{\alpha}{2}\right). \tag{3}$$

» Si donc on pose

$$\cos\frac{\alpha_0}{2} = k,$$

$$\cos\frac{\alpha}{2} = k\sin\varphi,$$

on en conclut

$$\frac{d\sigma}{a} = -\frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k^2\sin^2\varphi}};$$

on déduit de là

$$\frac{\sigma}{a} = \mathrm{C} - \mathrm{F}(\varphi), \tag{4}$$

équation dans laquelle

$$\mathrm{C} = \mathrm{F}\left(\frac{\pi}{2}\right) = \mathrm{K},$$

ce qui donne

$$\varphi = \operatorname{coam}\frac{\sigma}{a}.$$

On trouve alors

$$\frac{1}{\rho} = \frac{2kk'}{a}\,\frac{\sin\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}}{\Delta\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}}, \tag{5}$$

$$\cos\frac{\alpha}{2} = k\,\frac{\cos\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}}{\Delta\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}}, \quad \sin\frac{\alpha}{2} = \frac{k'}{\Delta\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}}; \tag{6}$$

d'où l'on tire l'ordonnée $\eta$

$$\eta = 2akk'\,\frac{\sin\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}}{\Delta\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}}. \tag{7}$$

Mais, d'autre part, on a la relation

$$\frac{d\xi}{d\sigma} = \cos\alpha = 2\cos^2\frac{\alpha}{2} - 1,$$

ce qui devient, par les équations (6),

$$\frac{d\xi}{d\sigma} = 2k^2 \frac{\cos^2 \operatorname{am} \frac{\sigma}{a}}{\Delta^2 \operatorname{am} \frac{\sigma}{a}} - 1 = 1 - \frac{2k'^2}{\Delta^2 \operatorname{am} \frac{\sigma}{a}};$$

d'où l'on déduit, par intégration,

$$(8) \qquad \xi = \sigma + 2a \left[ k^2 \frac{\sin \operatorname{am} \frac{\sigma}{a} \cos \operatorname{am} \frac{\sigma}{a}}{\Delta \operatorname{am} \frac{\sigma}{a}} - \mathrm{E}\left(\frac{\sigma}{a}\right) \right],$$

où l'on a représenté par $\mathrm{E}\left(\frac{\sigma}{a}\right)$ l'intégrale $\int_0^{\frac{\sigma}{a}} \Delta^2 \operatorname{am} \frac{\sigma}{a} \, d\left(\frac{\sigma}{a}\right)$.

» Il est facile de voir que les équations (7) et (8) de la courbe élastique s'obtiendraient de la même manière si la lame, au lieu d'être rectiligne à l'état primitif, était circulaire. Il suffirait, en effet, de remplacer dans l'équation (1) $\frac{1}{\rho}$ par $\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}$; mais l'équation (3), qui provient de la différentiation de (1), resterait identiquement la même, et, à partir de là, les calculs se reproduiraient sans modification. On obtient donc les mêmes formes de courbes élastiques, soit en prenant une pièce rectiligne à l'état naturel, soit en prenant une pièce primitivement circulaire.

» Les équations de la courbe élastique une fois obtenues, on peut en déduire la longueur de l'arc embrassé par la méthode suivante :

» Les extrémités de l'arc de contact doivent être sur la poulie; les deux courbes élastiques formées par les parties de la lame comprises entre les points d'attache et les points de contact sont tangentes à la poulie en ces derniers; les rayons de courbure en ces points sont égaux au rayon du cercle; la longueur de la lame est invariable; les points d'attache appartiennent à un système à liaisons complètes, c'est-à-dire que leurs coordonnées satisfont à trois relations; enfin les forces appliquées en ces points d'attache se font équilibre sur le mécanisme qui relie les points d'attache et font équilibre sur la poulie aux forces de frottement, puisque le glissement est uniforme.

» En exprimant ces diverses conditions, on arrive à déterminer, dans le cas le plus général, l'arc embrassé, c'est-à-dire à résoudre d'une façon complète le problème du frein à lame, puisque nous avons démontré [1]

[1] *Comptes rendus*, 22 octobre 1883.

que la question pouvait toujours être ramenée à la détermination de cet arc.

» Mais cette solution théorique, qui exige la résolution d'un grand nombre d'équations simultanées, conduit à des calculs beaucoup trop compliqués et il est indispensable d'avoir un procédé plus pratique. J'indiquerai, dans une autre Communication, comment on peut déduire de l'analyse qui vient d'être sommairement indiquée des formules approximatives très simples, permettant de traiter toutes les applications. »

OPTIQUE. — *Action exercée sur la lumière polarisée par les solutions de cellulose dans le réactif de Schweizer.* Note de M. **A. Levallois.**

« Différentes solutions du cellulose dans le réactif de Schweizer ont été examinées à la lumière polarisée. L'intense coloration des liquides m'a forcé à recourir à un arc électrique évalué à environ 300 carcels.

» Le plan de polarisation est fortement dévié à gauche par toutes ces solutions. Les celluloses examinées étaient celles du coton, du lin, du papier Berzélius et d'un papier à filtrer allemand dont les fibres, très désorganisées, se dissolvent avec la plus grande facilité.

» Ces observations, faites avec des liqueurs de concentrations différentes, m'ont semblé indiquer que la rotation n'est proportionnelle à la concentration que dans certaines limites. La combinaison ammoniaco-cuivrique de cellulose ne serait donc pas constante.

» La difficulté des observations ne permettant pas d'atteindre, dès le début, une grande approximation, je ne pourrai donner de chiffres que lorsque j'aurai multiplié les expériences.

» J'ai remarqué, au cours de ces recherches, que la teinte de la liqueur de Schweizer est affaiblie lorsqu'elle est chargée de cellulose. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combinaison des fluorures solubles et la loi des constantes thermiques de substitution.* Note de M. **D. Tommasi.**

« M. Guntz a déterminé tout récemment les calories de combinaison de quelques fluorures [1]; or les valeurs thermiques qu'il a obtenues sont identiques à celles que ma loi des constantes thermiques permet de prévoir.

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 24 décembre 1883.

» En effet :

| | Calories de combinaison trouvées. | calculées. |
|---|---|---|
| Fluorure de potassium....... | 98,4 | 98,5 |
| Fluorure d'ammonium........ | 36,2 | 35,9 |
| | 70,7 | 70,4 [1] |

» Quant aux calories de combinaison des fluorures de baryum, de strontium et de calcium, également déterminées par M. Guntz, il ne m'est possible de faire aucun rapprochement entre les calories trouvées et celles prévues par la loi, attendu que ces fluorures sont insolubles dans l'eau et que ma loi [2] s'applique seulement aux composés solubles.

» Ce nouvel exemple prouve une fois de plus l'exactitude de la loi des constantes thermiques, laquelle, jusqu'à présent, ne souffre pas une seule exception [3]. »

CHIMIE. — *Nouveaux sels sulfurés dérivés du trisulfure de phosphore.* Note de M. G. LEMOINE.

« J'ai obtenu, en partant du sesquisulfure de phosphore des sels sulfurés, les sulfoxyphosphites, qui peuvent être considérés comme dérivés d'un acide phosphoreux sulfuré $PhOS^2, nHO$ (*Comptes rendus*, 19 septembre 1881). Des composés analogues peuvent être préparés d'une manière plus directe, en partant du trisulfure de phosphore $PhS^3$ qui, sous l'influence de l'eau, tend à donner de l'acide phosphoreux et de l'hydrogène sulfuré.

» Le trisulfure de phosphore était obtenu en faisant réagir dans une atmosphère d'acide carbonique le phosphore rouge sur le soufre ($96^{gr}$ de soufre pulvérisé et $62^{gr}$ de phosphore rouge dans une cornue en grès de $500^{cc}$, chauffée au bain de sable). Le produit était épuisé par le sulfure de carbone, où le trisulfure est insoluble, puis séché vers 200° dans un courant d'acide carbonique.

» *Action de la soude sur le trisulfure de phosphore pris en excès.* — Lorsqu'on fait réagir vers 0° un excès de trisulfure de phosphore sur de la soude

(1) En tenant compte de la chaleur de formation de l'eau.

(2) *Relations numériques entre les données thermiques* (*Comptes rendus*, séance du 7 août 1882).

(3) *Voir* à ce propos mon Mémoire *Sur les calories de combinaison des glycolates* (*Comptes rendus*, 26 mars 1883).

caustique même extrêmement étendue ($\frac{1}{50}$), et qu'on évapore dans le vide la liqueur filtrée, on ne retrouve pas de soufre dans le produit obtenu. L'hydrogène sulfuré finit par être entièrement chassé; on obtient seulement du phosphite acide de soude.

» *Action du trisulfure de phosphore sur la soude en excès.* — J'ai cherché à modérer la réaction en prenant la soude en excès. L'hydrogène sulfuré est alors absorbé à mesure qu'il se produit et reste en présence de l'acide phosphoreux : on conçoit que, dans ces conditions, la formation de phosphites sulfurés soit plus facile.

» On a projeté par portions 50$^{gr}$ de trisulfure de phosphore dans 933$^{cc}$ d'une dissolution de soude au $\frac{1}{6}$ refroidie vers 0° : au bout de vingt-trois jours, on a filtré, puis évaporé dans le vide en présence d'acide sulfurique et d'acide phosphorique anhydre. On a séparé l'excès de soude en fractionnant l'évaporation de la manière suivante :

» 1° Après cinq mois, on a eu des cristaux qui paraissent dériver d'un prisme à base carrée et dont la composition correspond à la formule (NaS, 5HO). C'est un sulfure de sodium dont le degré d'hydratation diffère des hydrates décrits jusqu'ici, (NaS, 9HO) et (NaS, 3HO);

» 2° Après un mois d'évaporation, la liqueur mère a donné un nouveau dépôt qu'on a séparé en passant à travers une capsule à trous. Ce sel a été séché trois mois dans le vide (sur $PhO^5$) : il donne avec l'acétate de plomb un précipité jaune orangé; il paraît correspondre à la formule

$$PhO^3, 2NaS, 5HO = PhOS^2, 2NaO, 5HO.$$

| | Phosphore. | Sodium. | Soufre. | Hydrogène. |
|---|---|---|---|---|
| Expérience (en centièmes).... | 18,7 | 29,3 / 29,8 | 17,4 | 2,6 / 2,7 |
| Théorie » .... | 17,4 | 25,8 | 18,0 | 2,8 |

» 3° Après quatre mois d'évaporation, la liqueur mère nouvelle a donné un troisième dépôt qu'on a lavé avec de l'eau froide et séparé par filtration. Ce sel a été séché trois mois dans le vide (sur $PhO^5$) : il donne avec l'acétate de plomb un précipité blanc légèrement jaunâtre; il correspond à la formule

$$PhO^3, 3NaO, 2HS, 2HO = PhOS^2, 3NaO, 4HO.$$

| | Phosphore. | Sodium. | Soufre. | Hydrogène. |
|---|---|---|---|---|
| Expérience (en centièmes).... | 15,1 | 34,2 / 33,2 | 16,3 | 2,1 |
| Théorie » .... | 15,5 | 34,5 | 16,0 | 2,0 |

» Dans une autre préparation distincte, dont je ne peux indiquer ici les détails, j'avais obtenu un sel dont la composition se rapprochait de

$$PhO^3, 3NaO, 3HS, 3HO;$$

» 4° Enfin, la dernière liqueur mère, passée à travers une essoreuse et évaporée dans le vide, a donné au bout de six mois une matière solide où s'était concentré l'excès de soude libre, mêlée à une certaine proportion de composés sulfurés.

» Le corps $PhOS^2, 3NaO, 4HO$ est intéressant en ce qu'il représente un dérivé sulfuré de l'acide phosphoreux $PhO^3, 3HO$, où les $3^{éq}$ d'eau seraient remplacés par $3^{éq}$ de base : or jusqu'ici on n'avait décrit que des phosphites renfermant $2^{éq}$ de base [1].

» *Action du trisulfure de phosphore sur le sulfhydrate d'ammoniaque.* — I. On verse, par portions, un excès de trisulfure de phosphore dans du sulfhydrate d'ammoniaque refroidi vers 0° ($50^{gr}$ de $PhS^3$ et $230^{gr}$ d'une dissolution de $AzH^4S$ renfermant environ $34^{gr}$ de $AzH^3$ réel).

» Après avoir laissé la réaction se compléter pendant quinze jours, on constate la formation de cristaux blancs qui, recueillis par décantation, redissous dans l'eau et mis à cristalliser, ont donné du phosphite d'ammoniaque $PhO^3, 2AzH^4O, 2HO$ mêlé d'un peu de matière sulfurée.

» La liqueur mère de la réaction primitive, évaporée dans le vide, dégage de grandes quantités d'hydrogène sulfuré. Au bout de six mois et demi, on a obtenu un sel qui donne avec l'acétate de plomb un précipité jaune orangé; il paraît correspondre à la formule

$$PhO^3, 2AzH^4S, 3HO = PhOS^2, 2AzH^4O, 3HO.$$

» II. Une seconde cristallisation a été essayée sur le sel précédent, en le redissolvant dans l'eau et évaporant de nouveau dans le vide. Après avoir séparé un premier dépôt, on a obtenu un nouveau sel donnant avec l'acé-

(1) Cependant M. Zimmermann a obtenu, sans l'analyser, un phosphite de soude tribasique par l'action de l'acide phosphoreux sur un excès de soude en présence de l'alcool absolu (*Bulletin de la Société chimique*, année 1874, t. XXII, p. 156, et *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CLXXX, p. 21). M. Wurtz a obtenu un phosphite basique de plomb $PhHO^4, 2PbO + PbO$.

tate de plomb un précipité blanc à peine jaunâtre :

$$PhO^3, 2AzH^4O, HS, 5HO = PhO^2S, 2AzH^4O, 6HO.$$

| | Phosphore. | Azote. | Soufre. | Hydrogène. |
|---|---|---|---|---|
| Expérience (en centièmes)... | 21,9 | { 15,3 / 16,0 } | 10,7 | 7,95 |
| Théorie » ... | 18,4 | 16,6 | 9,5 | 8,3 |

» On voit avec quelle facilité ces sels perdent de l'hydrogène sulfuré, puisqu'on ne peut les faire cristalliser une seconde fois dans l'eau sans les décomposer.

» Le corps qui vient d'être décrit dérive d'un acide qu'on pourrait appeler l'acide monosulfoxyphosphoreux $PhO^2S, nHO$, tandis que les sels précédents dérivent de l'acide disulfoxyphosphoreux $PhOS^2, nHO$. Il peut donc y avoir, soit 1éq, soit 2éq d'oxygène de l'acide phosphoreux remplacés par du soufre.

» M. L. Calvet m'a prêté, dans ces recherches, son meilleur concours : je le prie de recevoir tous mes remerciements. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Loi des surfaces libres*. Note de M. **C.-Eg. Bertrand**, présentée par M. Duchartre.

« Au moment où je publiais, dans mon Mémoire *Sur la Théorie du faisceau*, les règles auxquelles sont soumis : 1° les rapports de position du bois et du liber secondaires dans les faisceaux primaires et dans les faisceaux secondaires qui en dépendent ; 2° les rapports de position du liège et du tissu fondamental secondaire, M. G. Dutailly faisait connaître, dans son travail sur les productions secondaires tardives des tiges et des racines des Dicotylédones, un grand nombre d'exemples de productions secondaires qui, sans rapports immédiats avec les tissus primaires, semblent échapper à toute règle, toutes les combinaisons possibles de rapports de tissus s'y rencontrant. Depuis M. Dutailly, plusieurs auteurs ont signalé des faits du même genre; je citerai, parmi ces derniers, M. A. Bouriez et M. R. Gérard. Antérieurement à M. Dutailly, nombre d'auteurs avaient étudié ces formations singulières dans les tissus cicatriciels des blessures, dans les cols, les nécroses, les néoformations provoquées par des parasites, dans les canaux sécréteurs, et jusque dans les tissus qui provoquent la chute des feuilles. Depuis longtemps donc et de tous côtés l'attention des observateurs était attirée sur ces productions secondaires anormales que ne

semblait régir aucune règle. Malgré la variété de ces formations secondaires, je crois avoir reconnu que leurs rapports de position sont soumis à une loi générale que je désigne sous le nom de *Loi des surfaces libres*.

» Lorsque des productions secondaires tardives se forment dans un organe, elles sont toujours dues à l'activité d'une zone génératrice à cloisonnements tangentiels dépendant d'une surface libre. Par surface libre dans la plante j'entends :

» 1° La surface du corps de la plante;

» 2° La surface limite de ses cavités intérieures, lacunes, déchirures, méats et généralement solutions de continuité de ses tissus naturelles ou accidentelles, en communication ou non avec l'air extérieur;

» 3° Par extension, la surface limite d'un tissu mortifié ou écrasé, la surface d'une cellule cristalligène, celle d'un sclérite, celle d'un vaisseau vide, une paroi cuticularisée et généralement la surface de tout tissu où la vie se ralentit. On sait depuis longtemps que, quand des éléments où la vie se ralentit ou s'éteint sont en contact avec un tissu où la vie est active, il s'établit entre les deux une couche génératrice isolante qui tend à entourer la partie morte ou en sommeil. Les éléments de cette zone génératrice se cloisonnent parallèlement à la surface de l'objet à entourer; les tissus ainsi entourés sont en quelque sorte sacrifiés. On peut, en enfonçant une aiguille dans un organe bien vivant, provoquer à volonté de ces lames isolantes. Lorsqu'elles sont très actives, elles produisent du liège et du tissu fondamental secondaire; elles peuvent même produire du liber secondaire et du bois secondaire. Ces zones génératrices isolantes, que l'on a provoquées accidentellement, s'établissent spontanément par rapport à la surface de sclérites, de cellules cristalligènes, d'une paroi interne, d'un méat, d'un canal. Les éléments entourants se segmentent parallèlement à la surface de l'objet à isoler, et si la zone génératrice est très active, les tissus produits sont ceux cités ci-dessus.

» D'une manière générale, *lorsqu'une zone génératrice cambiforme est sous la dépendance d'une surface libre, elle produit du liège entre elle et la surface libre, du tissu fondamental secondaire sur sa face opposée.* On a donc : distance de la surface libre au liège $<$ distance de la surface libre au cambiforme $<$ distance de la surface libre au tissu fondamental secondaire.

» Ou, en désignant par S la surface libre, par $Lg$ le liège, par $Tf_2$ le tissu fondamental secondaire, et par $Cbf$ le cambiforme, on a

$$S.Lg < S.Cbf < S.Tf_2.$$

» Si le cambiforme est simple, c'est-à-dire s'il n'est que phellique ou fondamental, la même règle s'applique à l'un des tissus secondaires faisant défaut.

» D'une manière générale, *toute zone cambiale dépendante d'une surface libre produit du liber secondaire entre elle et la surface libre, du bois secondaire sur sa face opposée;* on a donc : distance de la surface libre au liber secondaire $<$ distance de la surface libre au cambium $<$ distance de la surface libre au bois secondaire, ou, en désignant par $Lb_2$ le liber secondaire, par $B_2$ le bois secondaire, par $Cb$ la zone cambiale, on a

$$S.Lb_2 < S.Cb < S.B_2.$$

» Je donne à l'ensemble de ces deux règles le nom de *loi des surfaces libres*. En appliquant cette loi, on trouve donc, quelle que soit la forme de la surface libre, qu'elle soit *enveloppante, enveloppée* ou *parallèle* à la zone génératrice, la succession suivante, quelles que soient la nature et l'orientation des tissus au sein desquels sont apparues les productions secondaires tardives :

| Combinaison I. | Combinaison II. | Combinaison III. |
|---|---|---|
| α. Surface libre. | α. Surface libre. | α. Surface libre. |
| β. Tissu sacrifié. | β. Tissu sacrifié. | β. Tissu sacrifié. |
| | 1'. Liège. | 1'. Liège. |
| | | (1) { 2'. Liber secondaire. |
| γ. Zone génératrice. | γ. Cambiforme double. | (1) { γ. Cambium. |
| | | (1) { 2''. Bois secondaire. |
| | 1''. Tissu fond. second. | 1''. Tissu fond. sec^re^. |
| δ. Tissu vivant. | δ. Tissu vivant. | δ. Tissu vivant. |

» Le tissu sacrifié, le liège ou le tissu fondamental secondaire peuvent se réduire à zéro.

» Sans entrer ici dans le détail des faits qui prendront place dans un Mémoire spécial, j'ai reconnu expérimentalement que la loi des surfaces libres s'applique : 1° à la décortication des tiges; 2° à la formation des canaux sécréteurs; 3° à l'isolement des noyaux sclérifiés; 4° à la formation des coques ligneuses des fruits; 5° à l'isolement d'éléments inactifs; 6° à la formation des thylles; 7° à la formation des tissus libéro-ligneux secondaires dans l'intérieur des tiges; 8° à la formation des cercles de fais-

(1) Ce système de tissus peut être remplacé par un cambiforme double ou se répéter plusieurs fois.

ceaux secondaires de la plupart des tiges anormales, comme celles des Nyctaginées, Chénopodées, Crassulacées, Ménispermées, Stylidiées, Gnétacées, Cycadées, etc.; 9° à l'isolement de grands massifs de tissus dans les racines tubéreuses des Convolvulacées; 10° au mécanisme de la chute des feuilles; 11° à la cicatrisation des blessures; 12° à la formation des massifs libéro-ligneux étoilés de la moelle des *Rheum.* »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Des modifications que présentent les muscles à la suite de la section des nerfs qui s'y rendent* [1]. Note de M. **J. Babinski**, présentée par M. Vulpian.

« Les modifications que présentent les muscles à la suite de la section des nerfs ont été étudiées déjà par plusieurs histologistes, parmi lesquels je citerai Mantegazza, A. Vulpian, Erb, Bizzozero, Golgi. Les résultats auxquels ces auteurs sont arrivés sont que le travail pathologique du côté des faisceaux musculaires consiste essentiellement en une atrophie simple de la substance contractile avec multiplication des noyaux du sarcolemme. La nature intime du processus de destruction des fibres est encore un sujet de discussion. S'agit-il réellement d'une atrophie simple, c'est-à-dire d'un phénomène passif, ou bien, au contraire, d'un phénomène actif, d'une sorte de myosite, comme semble l'indiquer la multiplication des noyaux? Quelle est la véritable cause de ces modifications? Ce sont là des questions controversées.

» J'ai constaté, à la suite de la section du sciatique, chez le lapin, une disposition particulière des fibres musculaires altérées, qui me paraît propre à faire comprendre la nature des lésions qu'elles ont subies.

» Des muscles de lapin adulte, six semaines après la section du nerf qui leur correspond, m'ont paru un bon sujet d'observation, parce qu'on peut y trouver, à tous leurs degrés, les altérations des fibres musculaires. Pour voir la disposition que je vais indiquer, il suffit de fixer les muscles, soit par le bichromate d'ammoniaque à 2 pour 100, soit par l'acide chromique à 2 pour 1000, de compléter le durcissement par la gomme et l'alcool et de pratiquer des coupes transversales que l'on colore, soit par le picrocarmin, soit par l'hématoxyline. Sur la plupart des fibres musculaires auxquelles se rendait le nerf sectionné, les champs de Cohnheim sont bien plus distincts qu'à l'état normal; ces champs ou polygones, qui corres-

---

[1] Travail du Laboratoire de M. Cornil, à la Faculté de Médecine de Paris.

pondent à la coupe transversale des cylindres primitifs, sont séparés les uns des autres par un réseau fourni par le protoplasma non différencié de la fibre : ce protoplasma en voie d'accroissement dissocie les cylindres primitifs. A côté de cette disposition commune, on trouve des dispositions particulières à telle ou telle fibre, mais qui se rapportent toutes à la tuméfaction du protoplasma non différencié. Sur un certain nombre de fibres musculaires, il existe toute une couche protoplasmique parsemée de noyaux, qui sépare du sarcolemme la substance striée; celle-ci, dans certains faisceaux, est extrêmement réduite et le protoplasma remplit presque à lui seul la gaine du sarcolemme. Sur d'autres fibres, c'est une disposition inverse qui s'observe : le protoplasma avec ses noyaux en occupe le centre, et la substance striée, plus ou moins réduite, accolée au sarcolemme, siège à la périphérie; ces figures sont tout à fait comparables à celles que présentent les fibres musculaires en voie de développement. On voit donc que l'atrophie de la substance contractile marche de pair avec la tuméfaction de la substance protoplasmique non différenciée. Le travail qui s'effectue dans les muscles est donc absolument comparable à celui qui se produit dans le bout périphérique d'un nerf sectionné et dont on doit la connaissance exacte aux travaux de M. Ranvier. De part et d'autre, on observe la multiplication des noyaux, le développement du protoplasma non différencié, l'atrophie et la disparition du protoplasma différencié.

» Sous l'influence de la section du nerf, le protoplasma non différencié de la fibre musculaire prend une vitalité plus grande, et c'est à cette suractivité nutritive qu'est due vraisemblablement l'atrophie de la substance contractile qui est absorbée par le protoplasma.

» Ainsi donc le mot d'*atrophie*, si l'on considère le processus intime de la lésion, ne convient pas plus à ce travail pathologique que le mot de *dégénération* ne convient aux phénomènes qui se passent dans le bout périphérique des nerfs après leur section.

» Si l'on compare la fibre musculaire altérée à la fibre musculaire normale, voici comment on peut comprendre le processus pathologique : à l'état normal, la fibre musculaire est un élément très différencié, dont la différenciation morphologique est en rapport avec la différenciation fonctionnelle; à la suite de la section du nerf, la fonction venant à être supprimée, la différenciation morphologique tend à s'effacer, l'élément tend à revenir à l'état embryonnaire. »

MÉDECINE. — *De la myopathie atrophique progressive (myopathie héréditaire débutant, dans l'enfance, par la face, sans altération du système nerveux).* Note de MM. L. LANDOUZY et J. DEJERINE [1], présentée par M. Vulpian.

« Il existe en clinique une forme rare d'atrophie musculaire progressive, débutant dans l'enfance, que Duchenne (de Boulogne) a décrite sous le nom d'*atrophie musculaire progressive de l'enfance* et dont la symptomatologie est connue. L'affection débute dès les premières années par les muscles de la face, et, après un temps plus ou moins long, se montre dans les muscles des membres supérieurs, du tronc et des extrémités inférieures.

» Ce mode de début par la face marque une distinction absolue entre l'atrophie musculaire progressive de l'enfance et celle de l'adulte. Il y a dans tout le reste de la symptomatologie une similitude telle, que, n'était l'amyotrophie faciale, toute distinction clinique serait impossible, d'autant plus que, jusqu'à ce jour, en l'absence de toute autopsie d'atrophie musculaire progressive de l'enfance, on était naturellement porté à considérer cette affection comme dépendant de la lésion que l'on sait exister dans la moelle (atrophie lente des cellules des cornes antérieures) dans le type Aran-Duchenne.

» Dans la Note actuelle, nous nous proposons de démontrer que, malgré l'extrême ressemblance de ces deux affections, il s'agit, en réalité, de deux maladies toutes différentes, puisque l'atrophie musculaire progressive de l'enfance évolue sans aucune des altérations nerveuses que l'on a toujours rencontrées dans l'atrophie de l'adulte, type Aran-Duchenne.

» Le cas que nous rapportons ici concerne un jeune homme que nous avons suivi pendant des années et dont l'observation clinique peut se résumer ainsi. Début de l'atrophie par les muscles de la face à trois ans, d'où faciès particulier, air niais et béat, lèvres saillantes, yeux grand ouverts. A l'âge de dix-huit ans, cette atrophie gagne peu à peu les muscles des membres supérieurs, puis tous les autres muscles du corps. Cette généralisation du processus s'est faite pour ainsi dire sous nos yeux, car nous avons observé ce malade pendant cinq années consécutives. L'atrophie musculaire, qui était parvenue à un degré extrême, comme c'est la règle

---

[1] Travail du Laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine de Paris.

du reste, ne s'accompagnait ni de troubles paralytiques ni de troubles sensitifs.

» Dans notre observation, comme dans la plupart des faits d'atrophie musculaire progressive de l'enfance, décrits par Duchenne, et comme dans un cas rapporté par l'un de nous ([1]), l'origine héréditaire de l'affection était nettement démontrée par l'existence chez le père d'une atrophie musculaire progressive. Un frère et une sœur de notre malade sont atrophiques et, jusqu'à ce jour, leur atrophie musculaire reste limitée à la face, par où elle a débuté.

» Notre malade ayant succombé, à vingt-quatre ans, à la tuberculose pulmonaire, l'autopsie nous révèle les particularités suivantes : atrophie de tous les muscles du corps, à l'exception des muscles de la langue, du pharynx, du larynx, de l'œil, du diaphragme, des intercostaux et des sous-scapulaires.

» Au microscope, on constate, dans les muscles malades, l'existence d'une atrophie simple des faisceaux primitifs. Les nerfs intramusculaires des muscles malades, aussi bien les nerfs des muscles de la face que ceux des muscles des membres, sont *absolument normaux*. Les racines antérieures, les racines et le tronc du facial le sont également. Cet examen a été pratiqué à l'état frais, après action de l'acide osmique et du picro-carmin. La moelle épinière et le bulbe rachidien, examinés après durcissement, ne présentent pas d'altérations. Les cellules motrices sont remarquablement saines.

» Voici donc un fait héréditaire d'atrophie musculaire progressive de l'enfance, dans lequel, le système nerveux central et périphérique étant *indemne*, le système musculaire est lésé *primitivement*. Jusqu'ici, il n'a pas été publié d'autopsie d'atrophie musculaire progressive de l'enfance, et le cas que nous rapportons (dont la relation détaillée fera l'objet d'un Mémoire spécial), démontre, de la façon la plus positive, qu'à côté de l'atrophie musculaire progressive de l'adulte (type Aran-Duchenne), qui relève d'une lésion spinale, il existe une autre forme d'atrophie musculaire progressive, commençant dès l'enfance par la face, sans lésion du système nerveux périphérique ou central.

» *Conclusions.* — 1° Dans l'atrophie musculaire progressive de l'enfance, la moelle épinière et les nerfs périphériques sont indemnes : c'est une affection du système musculaire.

---

([1]) *Société de Biologie*, 1874.

» 2° Cette atrophie musculaire progressive de l'enfance diffère complètement, dans l'état actuel de la Science, de la forme décrite chez l'adulte Aran-Duchenne, par les caractères suivants :

» *a*. Le début par les muscles de la face est constant; c'est là une des particularités des plus importantes, qui fait défaut dans l'atrophie musculaire progressive de l'adulte, type Aran-Duchenne.

» *b*. Dans l'atrophie musculaire progressive de l'enfance, le système nerveux ne joue aucun rôle dans la pathogénie de la myopathie, ce qui est le contraire dans l'atrophie musculaire progressive de l'adulte, où la chaîne nervo-musculaire s'altère dans toute sa longueur.

» 3° On doit donc désormais, en dépit de si grandes analogies cliniques, distinguer nettement l'atrophie musculaire progressive *myélopathique* de l'adulte, type Aran-Duchenne, de l'atrophie musculaire progressive *myopathique* de l'enfance, et faire de cette dernière une affection à part.

» Pour éviter toute confusion, nous donnons à cette affection le nom de *myopathie atrophique progressive*. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur la rage* [1]. Deuxième Note de M. P. **Gibier**, présentée par M. Bouley.

« Dans ces derniers temps, l'opinion publique s'est émue de prétendues découvertes de spécifiques infaillibles contre la rage. Il appartenait à ceux qui se livrent à l'étude de cette terrible affection de contrôler la vertu de ces agents thérapeutiques et d'assigner à ceux-ci leur véritable valeur à l'aide du seul critérium irréfragable : l'expérimentation.

» Il y a quelques mois, mon cher maître, M. le professeur Bouley, communiquait à l'Académie de Médecine un cas de guérison de rage humaine, obtenue par l'administration de la pilocarpine, principe actif du jaborandi, tout en faisant suivre cette Communication de réserves commandées par le doute qui planait sur l'authenticité de ce cas de rage.

» Plus récemment c'était l'ail dont on vantait les propriétés antirabiques, véritable exhumation thérapeutique, car dans les vieux manuscrits de *Recettes et secrets* on voit l'ail recommandé au même titre.

» A la suite du compte rendu de ces Communications dans le *Recueil de Médecine vétérinaire*, M. Bouley manifestait le désir de voir le sujet s'éclaircir au contact de la véritable pierre de touche en cette matière : j'entends

(1) Travail du laboratoire de Pathologie comparée du Muséum d'Histoire naturelle.

l'expérimentation. Je me suis chargé de cette besogne et voici comment je m'en suis acquitté :

» En ce qui concerne l'ail, mes recherches ont porté sur des rats :

» *Première expérience.* — Avec une dilution aqueuse de matière cérébrale provenant d'un chien mort de rage furieuse à l'infirmerie de M. Bourrel, vétérinaire à Paris, j'ai pratiqué l'inoculation à neuf rats, suivant la méthode que j'ai exposée dans une Communication du mois de juin dernier.

» Trois de ces rats furent abandonnés à eux-mêmes et les six autres furent soumis, dès le jour même de l'inoculation, à une alimentation se composant d'un mélange d'ail pilé et de viande, le tout intimement mélangé au mortier et dosé de telle sorte que chaque rat mangeait, en moyenne, $4^{gr}$ d'ail par jour. Tous ces animaux moururent du dixième au quinzième jour avec les symptômes ordinaires de la rage chez le rat (agitation, priapisme, fureur, altération du cri, puis trémulation, paraplégie, inappétence et paralysie générale. A l'autopsie : aucune lésion du cerveau appréciable à l'œil nu).

» *Deuxième expérience.* — Quatre rats, pesant en moyenne $150^{gr}$, furent soumis pendant un mois à la même alimentation alliacée que les précédents. Au bout d'un mois, ces animaux subirent l'inoculation rabique et l'on continua à leur faire manger de l'ail aux mêmes doses quotidiennes. Ils n'en succombèrent pas moins dans les délais ordinaires avec tous les symptômes pathologiques et anatomiques que nous venons d'énumérer.

» La substance nerveuse de ces rats fut inoculée à plusieurs animaux de la même espèce et l'inoculation fut suivie de rage. Deux chats, inoculés avec cette même matière, succombèrent, l'un au bout de dix jours, l'autre le douzième jour, après avoir présenté les accidents effrayants de la rage furieuse si bien exposés par M. Bouley dans sa description de cette maladie chez le chat.

» Ainsi donc, dans cette dernière expérience, voilà des animaux qui ont mangé, dans l'espace de quarante jours, une quantité d'ail supérieure à leur propre poids, et cette énorme proportion a été impuissante à empêcher le développement de l'agent morbide dans leur substance. Celle-ci devait cependant en être saturée car, à l'ouverture des cadavres, on percevait une odeur d'ail très accentuée.

» Un homme de taille moyenne ne pourrait sans doute pas se préserver davantage de la rage, même s'il consommait, à partir du jour où il aurait été mordu, $1^{kg}$ ou $2^{kg}$ d'ail par jour, ce qui me semble impossible malgré le goût que l'on puisse avoir pour ce végétal et le désir que l'on ait de se guérir.

» *Troisième expérience.* — Pour juger des effets de la pilocarpine, j'ai injecté chaque jour, en deux fois, à un rat $0^{gr},005$, et à un jeune chat $0^{gr},010$, de chlorhydrate de cet alcaloïde, après leur avoir inoculé la rage.

» Chez ces deux animaux, chaque injection était suivie de salivation abondante, de diarrhée et de diurèse accompagnées d'une accélération notable de la respiration. Le chat

éprouvait, de plus, des vomissements, et le rat, une demi-heure après chaque injection, présentait une opacité lactescente très appréciable des milieux de l'œil. Ce phénomène, qui disparaissait quelques heures après l'effet physiologique des médicaments et se reproduisait d'une façon constante, me semble dû à la grande déperdition de liquide provoquée par l'injection.

» Un chat du même âge que le précédent et deux rats servaient de témoins. Tous ces animaux périrent indistinctement avec des symptômes à peu près semblables et non moins caractéristiques. L'inoculation de leur matière nerveuse produisit les mêmes manifestations rabiques chez d'autres sujets d'expérimentation.

» Si l'on s'en tient à ces expériences, qui me semblent réunir les conditions d'une observation rigoureuse, on peut conclure que l'ail et la pilocarpine, administrés même à doses quasi toxiques, ne sauraient efficacement être employés pour combattre la rage. »

CHIRURGIE. — *Note accompagnant les photographies, de grandeur naturelle, de deux enfants extraits par la paratomie dans des grossesses extra-utérines, par M.* Championnière, *à l'hôpital Tenon.* Note de M. **Just Lucas Championnière**, présentée par M. Paul Bert.

« Ces deux photographies représentent, dans leurs dimensions exactes, deux pièces, intéressantes surtout par les opérations qui ont été faites avec succès pour extraire les enfants.

» Il s'agissait, dans les deux cas, de grossesse extra-utérine; dans les deux cas l'enfant s'était développé en dehors de l'utérus, en arrière et au-dessus de lui dans le péritoine. L'enfant s'était développé à peu près jusqu'à l'époque régulière du terme de la grossesse, puis il avait succombé. Des accidents d'inflammation et de putréfaction s'étaient plus tard développés, et les femmes, dans un état de santé générale déplorable, étaient menacées dans leur vie à très courte échéance.

» Dans les deux cas, le même procédé fut adopté. L'abdomen fut largement ouvert, le kyste contenant l'enfant fut également ouvert, l'enfant fut extrait. Dans les deux cas le péritoine était compris dans les incisions. Les parois de la poche furent suturées à la paroi abdominale et la poche fut drainée largement. La guérison se fit sans accident aucun.

» Pour l'enfant de la *Pl. I*, M. Championnière opéra la femme Dumont (Noémi), âgée de trente et un ans, le 6 juin 1883, à l'hôpital Tenon. La grossesse datait de quinze mois. Le kyste contenait l'enfant nageant dans une quantité considérable de pus fétide, $5^{\text{lit}}$ à $6^{\text{lit}}$ environ. La photographie

montre bien l'enfant mâle conservant sa forme et ses limites. Il était néanmoins très friable et la photographie en a été difficile. L'opérée, qui n'a présenté aucun accident, est sortie de l'hôpital le 18 août, conservant une petite fistule qui a diminué jusqu'à ce jour et donne encore quelques gouttes de pus. Mais elle est très bien portante et a complètement recouvré ses fonctions génésiques. Les règles sont très régulières.

» Pour l'enfant de la *Pl. II*, la femme Calratte (Julia) a été opérée par M. Championnière à l'hôpital Tenon, le 3 août 1883. Cette femme était atteinte de grossesse extra-utérine depuis plus de vingt-six mois. Elle avait passé onze mois dans le service de M. Depaul et, en dernier lieu, elle était en proie à des accidents si grands de fièvre continue avec émaciation, qu'elle paraissait sur le point de succomber. Malgré une ouverture très large de l'abdomen, du kyste et du péritoine, l'opération fut très laborieuse. La peau de l'enfant était complètement fusionnée avec la paroi du kyste en de nombreux points. Elle se déchira souvent sur la tête, le cou, les bras, et pour les jambes il fut impossible de détacher du kyste la jambe gauche et le pied droit.

» La simple inspection de la photographie fait connaître aisément tous ces détails; l'aspect déchiqueté de l'enfant, la jambe gauche et le pied droit qui manquent, se rapportent à cet incident opératoire.

» Malgré une opération laborieuse ayant duré une heure six minutes (la première n'avait duré que cinquante minutes), cette opérée guérit plus rapidement que la première. Elle sortit à la fin de novembre n'ayant plus de fistule, mais portant un pansement sur la petite surface de la cicatrice. Les règles sont revenues et elle a repris le cours de ses occupations ordinaires.

» Ces pièces sont intéressantes par leur rareté. Les cas d'opérations faites intentionnellement pour grossesse extra-utérine et suivies de succès ne sont pas très communes en France, et la guérison n'a souvent été obtenue qu'après des accidents déplorables. Dans les deux cas de M. Championnière, le procédé opératoire employé paraît être plus simple et n'a donné lieu à aucun accident inflammatoire.

» Pour reproduire les pièces, une photographie de petite dimension, due à un élève du service, M. Cormak, a été grandie juste aux dimensions des deux enfants, soit $0^m,38$ pour l'un et $0^m,39$ pour l'autre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations de lueurs crépusculaires.*
Lettre de M. **Soucaze** à M. Larrey.

« Campan, le 31 décembre 1883.

» .... Depuis plus d'un mois, nous sommes témoins d'un phénomène bien extraordinaire : une lueur rouge intense colore le ciel au sud et au sud-est, le matin et parfois le soir, à l'ouest, quel que soit l'état de l'atmosphère, avec ou sans nuages. Par un temps clair et serein, j'ai vu les étoiles briller d'un vif éclat à travers cette espèce d'aurore. La lumière rouge était assez vive pour éclairer l'intérieur d'un appartement et pour dessiner l'ombre des objets qu'elle rencontrait.

» Quelle peut être la cause de ce phénomène? Il semble qu'on ne puisse l'attribuer aux rayons solaires, puisqu'il se produit même, et surtout, quand il n'y a pas de nuages pour les dévier, et qu'à $5^h$ du matin, en novembre et en décembre, le Soleil est assez éloigné de notre horizon pour que la lumière ne puisse nous parvenir par réflexion.

» Les journaux ont parlé d'une matière ténue et pulvérulente, lancée dans l'air par quelque volcan en éruption ; mais alors pourquoi la coloration du ciel n'est-elle pas permanente? Pourquoi disparaît-elle quand le Soleil approche de l'horizon? »

M. **Chapel** adresse une Lettre relative aux secousses de tremblement de terre qui se sont manifestées le 30 décembre à Dorignies (Nord). (Extrait.)

« Tandis qu'à la surface du sol les maisons ont été fortement ébranlées, que les poutres et les boiseries craquaient, que les objets de vaisselle s'entrechoquaient bruyamment, il ne s'est produit ni éboulement ni trouble d'aucune sorte dans les nombreuses galeries souterraines qui sillonnent Dorignies, et les mineurs qui travaillaient dans ces galeries n'y ont pas ressenti la plus légère secousse. »

M. **Daubrée** fait remarquer que ces secousses ne paraissent pas provenir d'un véritable tremblement de terre, dont le siège serait dans les régions profondes; mais, d'après M. Soubeiran, ingénieur des mines, de tassements brusques produits dans des travaux anciens d'exploitation de mines de houille, et probablement à un niveau moins profond que les galeries actuelles.

M. H. Coiffin adresse un Mémoire portant pour titre : « Esquisse d'une méthode simple et facile pour la vérification des médicaments ».

M. David adresse une Note « Sur les lueurs crépusculaires observées pendant les mois de novembre et de décembre ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 10 décembre 1883.)

Page 1340, ligne 4, *au lieu de* $B^2 + B + 1 = 0$, *lisez* $B^2 + B + 1 - AC = 0$.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 14 JANVIER 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation des fluorures;* par M. BERTHELOT.

« J'ai présenté à l'Académie les résultats des expériences de M. Guntz sur la chaleur de formation des fluorures, tant dans l'état solide que dans l'état dissous. Cette présentation me fait un devoir de défendre mon élève contre les assertions réitérées de M. Tommasi. Ce dernier se trompe sur la portée de ses publications. Il n'a rien à réclamer, parce qu'il n'a fourni, dans la question particulière des fluorures, pas plus que dans la question générale des constantes thermiques, ni expériences, car il n'en a fait aucune, ni prévision originale, car il se borne à s'approprier textuellement des lois connues depuis trente ans, la loi d'Andrews et la loi de Favre et Silbermann. Cet emprunt littéral de la loi des modules a été relevé de la façon la plus précise par M. F. Le Blanc, par moi et par M. de Forcrand : nous avons cité des textes catégoriques, publiés dans les grands Recueils scientifiques.

» M. Tommasi se méprend donc en réclamant comme sienne la loi des modules.

» Cette loi même se rapporte à un état de la Science dépassé depuis longtemps et il n'est pas plus correct de l'invoquer en la matière, que ne le serait la réclamation d'un auteur qui croirait de nos jours avoir redécouvert la loi de Mariotte et qui l'invoquerait pour contester l'originalité des expériences de Regnault. En effet, la loi des modules n'est pas très exacte; son emploi aurait pour effet de substituer des valeurs approximatives aux chiffres plus précis, mesurés depuis par M. Thomsen et par moi-même : nous n'ignorions, ni l'un ni l'autre, cette relation, et nous avons fourni, avec un long et pénible travail, les données expérimentales nécessaires pour la rectifier. Y revenir aujourd'hui serait un véritable recul scientifique.

» Les chiffres mêmes, présentés comme déduits de cette loi, sont, par leur grandeur, de nature à faire illusion au lecteur sur l'ordre réel des prévisions et des approximations; à peu près comme celui qui, pour vérifier la loi de Mariotte, ajouterait le volume total des gaz à leurs dilatations.

» D'abord la loi des modules ne permet nullement de calculer d'emblée le nombre initial de la série, tel que 98,5; ce nombre s'obtient en ajoutant la chaleur d'oxydation du métal, soit 82,3, pour le potassium, donnée par les Tables et non prévue, avec la chaleur de neutralisation de son oxyde uni à l'acide fluorhydrique, soit 16,2, également donnée par l'expérience et non prévue. Le premier nombre étant ainsi obtenu, toute la loi consiste à admettre que la différence des chaleurs de neutralisation des divers oxydes par un même acide est constante, c'est-à-dire indépendante de la nature de l'acide.

» Cette différence serait nulle pour la potasse, comparée à la soude et aux terres alcalines, comme Hess, Graham et Andrews l'ont signalé formellement en 1842; elle serait égale à 1,3 pour l'ammoniaque, etc. Un écart de 0,1 ou 0,3 présente ici de l'importance, puisqu'il s'agit d'une loi fondée sur des différences. Or il est dissimulé et pour ainsi dire noyé dans la grandeur des nombres additionnels, tels que la chaleur d'oxydation du métal, laquelle n'est pas prévue par la loi et n'a rien à faire avec elle. La loi ne dispense donc pas des expériences.

» Elle en dispense d'autant moins qu'elle ne s'applique pas, même par approximation, aux sels solubles des acides faibles, à cause de leur dissociation partielle en présence de l'eau : ce que j'ai établi en principe et démontré en fait par des expériences détaillées sur les carbonates et les

borates de soude et d'ammoniaque, en 1873, ainsi que sur les sels de peroxyde de fer. C'est là que M. Tommasi a trouvé la définition thermique des acides faibles.

» La loi des modules n'est pas non plus applicable, même par approximation, aux sels solubles des oxydes de plomb, de mercure et des métaux analogues, comme je l'ai établi par l'étude comparée des chlorures, bromures et cyanures.

» Enfin elle ne permet de prévoir ni la chaleur de formation des sels insolubles, ni celle des sels même solubles, mais envisagés à l'état solide : terme de comparaison plus général.

» On voit par là ce que nous apprennent les expériences exactes qui embrassent toutes ces questions, telles que celles de M. Louguinine sur les chloracétates, de M. Chroutschoff sur les succinates, de M. de Forcrand sur les glycolates, de M. Guntz sur les fluorures. »

PHYSIOLOGIE APPLIQUÉE. — *L'anesthésie par la méthode des mélanges titrés de vapeurs et d'air; son application à l'homme pour les vapeurs de chloroforme;* par M. **Paul Bert.**

« Les expériences dont j'ai eu l'honneur d'entretenir à plusieurs reprises l'Académie ont montré que l'état anesthésique produit par les gaz protoxyde d'azote et chlorure de méthyle, ou par les vapeurs de chloroforme, d'éther, d'amylène, de bromure d'éthyle, dépend beaucoup moins de la quantité du médicament employé que de la proportion suivant laquelle il se trouve mélangé à l'air inspiré.

» Sans doute, il est nécessaire qu'un certain poids de la substance soit absorbé pour que le sang et les tissus en soient suffisamment chargés et que l'effet recherché soit produit; mais on peut ensuite entretenir cet état d'insensibilité juste au degré obtenu, par l'emploi de très faibles quantités convenablement diluées dans l'air.

» Il en résulte qu'avec $30^{gr}$ de vapeurs de chloroforme, par exemple, on peut tuer en quelques minutes un chien, si elles ne sont mélangées qu'à $100^{lit}$ d'air; tandis qu'une dose trois fois plus forte entretiendra pendant deux heures une anesthésie profonde et sans péril, si elle est diluée dans $1^{mc}$ d'air.

» Ce n'est donc pas en mesurant ou en pesant la quantité du médicament anesthésique qu'ils emploient, que les chirurgiens peuvent apprécier son effet utile et se préserver de ses inconvénients ou même de ses dan-

gers, mais en connaissant l'état de dilution dans lequel se trouvent ses vapeurs dans l'air inspiré, autrement dit la tension de ces vapeurs.

» L'agent anesthésique idéal serait un liquide qui, à la température moyenne des salles d'opérations, émettrait des vapeurs ayant juste la tension nécessaire pour produire l'anesthésie. Il suffirait de respirer l'air qui se serait saturé en traversant ce liquide, pour obtenir l'insensibilité sans courir aucun risque.

» Mais la Chimie ne nous a pas encore fourni un tel corps. Et les liquides anesthésiques connus émettant des vapeurs d'une tension beaucoup trop forte, trois méthodes se présentent pour diminuer cette tension : l'abaissement de la température; le mélange avec des liquides neutres; la dilution des vapeurs dans une quantité déterminée d'air.

» Les deux premières méthodes m'ont donné déjà des résultats assez intéressants, sur lesquels j'aurai l'honneur d'appeler, un jour, l'attention de l'Académie. Mais c'est de la troisième que je veux l'entretenir aujourd'hui.

» C'est elle qu'emploient les chirurgiens lorsqu'ils insensibilisent leurs malades, soit à l'aide d'appareils plus ou moins compliqués, soit à l'aide de la simple compresse imbibée du liquide anesthésique. Ces procédés permettent bien de mesurer la quantité du médicament employé, élément auquel les praticiens attribuent une importance tout à fait exagérée, mais ils ne peuvent en aucune façon doser ni régler la tension des vapeurs.

» Il en résulte que chaque chirurgien modifie les détails des procédés anesthésiques suivant les résultats de son observation, ou même suivant des idées théoriques préconçues. Je parle ici tout spécialement du chloroforme, le seul anesthésique que j'aie vu employer un très grand nombre de fois.

» Les uns débutent par des doses massives et foudroient, comme ils disent, le malade, afin d'éviter, ou tout au moins d'abréger, ce qu'on a appelé la période d'excitation. D'autres commencent avec précaution, versant goutte à goutte sur la compresse le liquide anesthésique. D'autres suivent une pratique intermédiaire.

» Il en est qui procèdent par intermittences, laissant, suivant une règle plus ou moins précise, le malade respirer de temps en temps à l'air libre. D'autres maintiennent avec soin une anesthésie continue. Le plus grand nombre suspendent les inhalations de chloroforme quand l'insensibilité est complète, pour les reprendre aussitôt que le malade commence à se réveiller.

» Ces procédés, lorsqu'on les regarde de près, reviennent à faire respirer aux malades les vapeurs de chloroforme à des tensions tantôt dangereuses et qui seraient bientôt mortelles, tantôt simplement anesthésiques, tantôt insuffisantes. De là une irrégularité très grande dans les résultats, même pour la pratique d'un seul chirurgien, et des différences très remarquables quand on compare ce qu'obtiennent les divers chirurgiens.

» Souvent la scène s'ouvre par des manifestations de résistance de la part du malade, qui, après quelques inspirations, s'efforce d'expulser les vapeurs qui irritent ses muqueuses buccale, nasale et laryngée, suspend ses respirations, secoue la tête et essaye d'écarter la compresse avec ses mains, qu'il faut déjà contenir.

» A cette période de *répulsion* succède la période d'*excitation*, avec laquelle on la confond d'ordinaire. Celle-ci, qui est simplement, comme je l'ai démontré dès 1866 (voir *Comptes rendus*, séance du 18 mai 1867), le résultat de rêves, de délires provoqués par la perversion des sensations musculaires, cutanées et sensorielles proprement dites, affecte les formes les plus diverses et se présente avec une intensité fort variable. Très faible en général chez les enfants et beaucoup de femmes, elle amène parfois chez les hommes et surtout chez les alcooliques, une véritable lutte entre les aides et le malade. La face de celui-ci se congestionne, il parle ou même crie, se contorsionne et résiste violemment. Enfin, vaincu, il retombe sur le lit; l'insensibilité et la résolution musculaire apparaissent, et le chirurgien commence.

» Quand l'opération est terminée, le patient, qui respire alors à l'air libre, a très souvent une prostration, des malaises, des nausées, des vomissements, avec un aspect spécial qui rappelle l'ivresse alcoolique à son plus haut degré; on voit même les vomissements survenir plus tôt et gêner singulièrement le chirurgien, surtout lorsqu'il s'agit d'opérations sur l'abdomen. Ils persistent quelquefois pendant des heures et même des jours.

» Pendant toute la durée de l'emploi du chloroforme, le chirurgien fait surveiller prudemment la respiration et le pouls. Fréquemment on l'entend s'informer de l'état du patient; il confie à un aide expérimenté le soin de l'observer; il s'en préoccupe toujours, je puis même dire il s'en inquiète, et cette inquiétude devient souvent, surtout chez les opérateurs peu exercés, une véritable anxiété. C'est que, si les accidents mortels sont extrêmement rares, surtout entre les mains si habiles de nos chirurgiens des hôpitaux, il n'est pas rare, au contraire, de voir les malades donner des

inquiétudes, les uns par la congestion ou par la pâleur de la face, d'autres par des irrégularités du cœur ou de la respiration. On écarte alors la compresse, et si tout ne rentre pas dans l'ordre, on abaisse la tête, on flagelle la face, on pratique des pressions sur le thorax. Alors le malade reprend un aspect normal, et souvent même la sensibilité revient : on la fait disparaître en rapprochant la compresse.

» J'ai tenu à reproduire avec quelques détails les effets de la chloroformisation par les procédés ordinaires, parce que ceux de la méthode des mélanges titrés forment avec eux un contraste frappant, et sont bien autrement satisfaisants.

» J'ai pu, jusqu'à ce jour, grâce au bon vouloir et à l'esprit d'initiative de M. le D^r Péan, l'appliquer chez l'homme dans vingt-deux cas. La condition des patients a été des plus variées : enfants (depuis l'âge de dix-sept mois), adolescents, adultes et vieillards des deux sexes; alcooliques plus ou moins avancés, malades vigoureux ou anémiques, ou extrêmement nerveux, ou épuisés par une longue suppuration. Les opérations ont été toutes assez sérieuses : extirpations de tumeurs, amputations de membres, ablations des maxillaires, ovariotomie. Leur durée a naturellement été très variable; sauf l'ovariotomie, qui a duré cinq quarts d'heure, la plus longue a nécessité une respiration du mélange pendant trente-sept minutes.

» Malgré de si grandes différences dans les conditions des expériences, elles ont toutes donné des résultats si semblables, je dirais presque si identiques, qu'il est permis de les confondre toutes dans une description commune et de les résumer dans un petit nombre de propositions :

» I. Le mélange employé a toujours été de 8^gr de chloroforme vaporisés dans 100^lit d'air. Quand on l'abaisse à 7, le sommeil est moins profond. Il m'a paru absolument inutile d'essayer une dose supérieure.

» II. Ce mélange n'est pas désagréable à respirer; quelques malades même le trouvent *bon*.

» Il en résulte que la phase de *répulsion* est complètement supprimée : point de toux, de suffocation, d'arrêts respiratoires.

» III. La phase d'*excitation* est toujours très médiocre et très courte. Même chez les alcooliques, elle n'a jamais amené de lutte; un seul aide suffisait aisément pour maintenir les bras; elle n'a duré au plus que deux ou trois minutes. Chez les autres personnes elle est très faible et ne dépasse pas une ou deux minutes; et même dans plus d'un tiers des cas, chez des adultes, elle n'a pas existé, le malade étant arrivé sans aucun mouvement à l'anesthésie et à la résolution musculaire.

» IV. L'insensibilité complète est produite en six ou huit minutes au plus. Elle se maintient très régulière pendant toute la durée de la respiration du mélange anesthésique.

» Le pouls, qui s'est un peu accéléré généralement au moment de la période d'excitation, redevient tout à fait calme et régulier pendant le sommeil. La section de la peau ou des troncs nerveux, le sciage des os, en un mot les temps les plus douloureux des opérations, ne réagissent pas sur lui.

» La respiration se comporte comme la circulation. Les adultes ronflent quelquefois, mais comme ils le font dans le sommeil normal. Les excitations douloureuses accélèrent légèrement les mouvements respiratoires.

» La pupille se contracte au moment de l'anesthésie, et l'œil se retourne en dehors et en haut; cependant deux ou trois fois cette contraction n'a pas été sensible; au réveil, la pupille se dilate. La sensibilité de la cornée disparaît bien après et reparaît bien avant celle de la conjonctive.

» Il n'y a jamais eu, pendant l'anesthésie, de nausées ni de vomissements. La salivation est très faible.

» La température n'est pas sensiblement modifiée. Après trente-sept minutes d'anesthésie, elle s'était abaissée de moins d'un demi-degré. A la fin de l'ovariotomie, qui avait duré cinq quarts d'heure, elle s'était abaissée d'un degré et demi (résultat bien différent de ce que j'avais observé sur les chiens, où la température s'abaisse rapidement).

» En un mot, à aucun moment de l'anesthésie, le chirurgien n'éprouve aucune inquiétude sur l'état du malade, qui dort et respire avec le plus grand calme.

» V. Lorsque l'embouchure par laquelle arrive le mélange anesthésique est enlevée, on observe *toujours* une prolongation considérable de l'état d'insensibilité. Cette prolongation parait être en rapport avec le temps pendant lequel on a fait respirer le mélange; on comprend qu'il faudra de très nombreuses observations pour permettre d'établir une loi.

» Cette *anesthésie consécutive* a permis d'exécuter, sans que les malades souffrissent, des opérations sur la face, dont quelques-unes (deux résections du maxillaire inférieur, une résection des deux maxillaires supérieurs) ont été longues et pénibles. Chez un malade extrêmement anémié et épuisé, auquel on devait amputer la jambe dans des conditions assez difficiles, j'ai enlevé l'embouchure après la section de la peau. L'insensibilité a persisté pendant tout le temps de l'opération, la ligature des artères et

le pansement définitif, c'est-à-dire pendant vingt-deux minutes. A la dix-huitième minute, le malade ouvrit les yeux et put répondre à nos questions.

» Replacés sur le brancard et reportés dans leur lit, les malades continuent à dormir pendant un temps variable. Quatre fois seulement sur vingt-deux, il y eut des nausées légères qui amenèrent deux fois un faible vomissement; l'ovariotomisée n'a pas vomi. Le réveil est fort calme; les malades n'accusent ni malaises ni maux de tête; quelques-uns même semblent joyeusement excités.

» VI. Les vapeurs que respire le malade étant très diluées, leur proportion dans l'air ambiant devient extrêmement faible, et l'odeur de chloroforme ne peut arriver à gêner l'opérateur et les assistants.

» Enfin la dépense en chloroforme est ainsi réduite à son minimum. Elle est de moins d'un gramme par minute. Pendant l'ovariotomie on n'en a usé que $45^{gr}$ en une heure un quart.

» VII. L'appareil, imaginé et construit par M. le D$^{r}$ Saint-Martin, que j'ai mis en usage dans ces essais, comme dans mes dernières expériences sur les animaux, est simple, peu encombrant, assez commode à manier et d'un prix modéré.

» Il consiste en deux gazomètres cylindriques à réservoir annulaire, de $150^{lit}$ chacun, dont, par le jeu de contre-poids, l'un se remplit pendant que le malade épuise l'autre. L'air, en entrant dans le gazomètre, traverse un petit flacon contenant la dose voulue de chloroforme et la réduit en vapeur. La respiration se fait à l'aide d'une embouchure de caoutchouc à deux soupapes, semblables à celles dont se servent les dentistes.

» Dans les opérations sur la bouche, si l'anesthésie consécutive n'est pas suffisante, il est très facile, l'embouchure enlevée, de porter le tuyau de caoutchouc jusque dans l'arrière-bouche, et de faire ainsi respirer le patient dans l'atmosphère anesthésique que pousse le gazomètre.

» Du reste, cet appareil pourra être simplifié, amélioré et réduit dans ses dimensions. Des constructeurs en ont même imaginé d'autres basés sur des principes tout à fait différents. C'est un détail technique à préciser.

» VIII. Revenant maintenant aux résultats de la méthode des mélanges titrés, je les résumerai dans les termes suivants :

» Pas de période répulsive. Période de délire toujours faible, même chez les alcooliques; quelquefois nulle, même chez les adultes. Insensibilité absolue et régulière, obtenue en six ou huit minutes. Sommeil calme, respiration, circulation, température normales; pas de nausées; aspect normal et tout

à fait tranquillisant du malade qui dort. *Anesthésie consécutive* constante et toujours très prolongée; réveil calme, bien-être consécutif, rarement quelques nausées très faibles. Notable économie sur la dépense en chloroforme ([1]). »

Vu l'heure avancée, sur l'invitation de M. le Président, M. **Gosselin** remet à la prochaine séance les observations qu'il désirait présenter à propos de la Communication précédente de M. P. Bert.

ÉLECTRICITÉ. — *Généralisation et démonstration rigoureusement mécanique de la formule de Joule*. Note de M. **A. Ledieu.**

« 1. Les lois fondamentales de l'électricité et du magnétisme, dues à Coulomb, Faraday, Ampère et Ohm, sont toutes, au fond, expérimentales, et cela d'une manière plus ou moins exclusive. D'ailleurs, considérées dans des cas particuliers et suivant un ordre déterminé, elles constituent les formules de définition des diverses sortes de grandeurs électriques; en même temps que l'ordre choisi, concilié avec la suppression aussi complète que possible des coefficients parasites, *caractérise* le système de mesures absolues que l'on adopte.

» De son côté, la formule de Joule $w = ie\mathrm{T}$ n'est, elle aussi, jusqu'à présent, qu'une relation exclusivement expérimentale; car les démonstrations qui en sont données, en s'appuyant du reste sur certaines des lois précitées et sur le principe de la conservation des énergies, se trouvent tout à fait incorrectes au point de vue de la Dynamique ([2]). De plus, cette relation, en mesures absolues, ne comporte, *ipso facto*, aucun coefficient dans son second membre; autrement dit, elle se trouve *cohérente*, suivant l'expression consacrée en Angleterre.

» C'est Sir W. Thomson, on le sait, qui a découvert, en 1851, cette importante propriété de la formule de Joule, où du reste l'équivalent mécanique $w$ de la quantité de chaleur d'échauffement du conducteur peut être remplacé par le travail extérieur $\theta$, quelle que soit son origine, qui engendre le phénomène. Mais ni l'éminent physicien ni aucun autre auteur après lui n'ont, jusqu'ici, songé à expliquer une circonstance aussi singulière. Il n'y a pas à nous opposer que cette circonstance se trouve implicitement expliquée par la manière dont MM. Helmholtz et W. Thom-

---

([1]) Je suis heureux de remercier ici M. le Dr Dubois, dont l'aide assidue et intelligente m'a été des plus utiles pendant ces longues et nombreuses expériences.

([2]) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 622.

son ont tiré les phénomènes d'induction du principe de la conservation des énergies [1]. Il résulte bien de là incidemment que si la formule de Joule est cohérente, celle de Neumann sur l'induction l'est pareillement; mais la question ne se trouve ainsi qu'élargie sans être résolue. Au surplus, la démonstration dont il s'agit, sous quelque forme qu'on la présente, renferme des omissions et des paralogismes, que le lecteur pourra y constater après l'étude attentive de notre Note.

» II. Dans notre théorie de l'électricité [2], la loi de Joule s'explique rationnellement avec une entière rigueur, et en prenant une extension importante. Considérons, en effet, un ou même plusieurs pôles magnétiques actionnant un circuit, qui se meut, par rapport à eux, en une ou plusieurs parties mobiles reliées entre elles par des portions fixes (à l'aide de balais), ou *vice versa*. En outre, pour donner à la question le plus de généralité possible, admettons que le circuit, au lieu d'être fermé simplement sur lui-même, soit garni, sur les portions fixes de son parcours, d'électro-aimants, qui commandent, de leur côté, soit d'autres parties mobiles du circuit ou d'un courant étranger, soit des pôles magnétiques. Supposons, enfin, qu'il existe aussi sur le circuit des appareils d'éclairage (lampes à incandescence ou arcs voltaïques).

» Cela entendu, nous allons appliquer rigoureusement les règles de la Mécanique rationnelle au jeu des divers groupes de points matériels pondérables et éthérés s'actionnant mutuellement; et nous établirons ainsi l'équation qui relie les travaux des forces extérieures aux variations des diverses sortes d'énergie des groupes. Nous adopterons d'ailleurs le système de mesures électromagnétiques absolues; et l'indice $m$ servira à noter les grandeurs ainsi mesurées.

» Soient

L la longueur du circuit total;

$\nu_m$ l'intensité d'un des pôles magnétiques actionnant ou actionnés, sans se préoccuper, pour les électro-aimants, de la dépendance de cette intensité vis-à-vis de leur courant inducteur, ce qui constitue une question à part;

$L_1$ la distance dudit pôle à un élément du circuit;

$\alpha$ l'angle que forme cet élément avec la droite le long de laquelle se compte $L_1$;

$\rho$ la vitesse relative du pôle par rapport au plan qui le contient avec l'élément de circuit;

$\beta$ l'angle de la direction de la vitesse avec la normale au plan précédent;

$e_m$ la force électromotrice afférente à l'action positive ou négative du pôle magnétique $\nu_m$ sur le courant du circuit, son signe étant du reste celui de son action;

$i_m$ l'intensité du courant du circuit résultant tant des actions simultanées sur ce dernier des

(1) Blavier, *Grandeurs électriques*, p. 358; et Verdet, *Œuvres complètes*, t. VIII, p. 151 et 168.

(2) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 669 et 753.

divers pôles magnétiques et portions mobiles de courant, que des réactions des appareils d'éclairage;

$\theta$ le travail moteur total, dû aux forces extérieures entraînant les portions de circuit ou les pôles mobiles;

$\theta'$ le travail résistant total, dû aux forces extérieures retenant les portions de circuit ou les pôles mobiles;

$\varpi$ la variation en général de la demi-force vive vibratoire moyenne des atomes pondérables et éthérés du circuit et un peu aussi des systèmes en regard comprenant les corps actionnant et actionnés, et même ceux simplement voisins du circuit, laquelle variation correspond à des échauffements;

$\varpi_1$ l'énergie, sous forme de demi-force vive vibratoire pondérable et éthérée, particulièrement consommée par les appareils d'éclairage, cette quantité s'évaluant à l'aide de la force électromotrice intégrale et du courant propres à chaque appareil;

$\varpi_2$ la variation de la demi-force vive des mouvements d'ensemble des diverses pièces mobiles de tout le mécanisme; cette demi-force vive se combinant, d'après un théorème connu, avec $\varpi$ et $\varpi_1$ pour représenter la variation de l'énergie totale de vitesse de tous les points matériels en vue dans l'application du principe de la conservation des énergies;

$\varpi'$ le travail intérieur dû aux changements subis par les énergies de position éthéro-pondérables du circuit et desdits systèmes, et même par les énergies de position pondérables, s'il survient des modifications dans la matière proprement dite des corps en vue, ces énergies étant d'ailleurs considérées *individuellement* pour le circuit et pour chaque système;

$\varpi'_1$ le travail dû à la variation de l'énergie de position, qu'on peut appeler *intermédiaire*, afférente aux actions réciproques des atomes éthérés et pondérables du circuit et des systèmes en regard;

T la durée de l'expérience.

» III. Les forces extérieures peuvent être regardées comme appliquées aux éléments de circuit mobiles ou aux pôles mobiles. Une fois établi un régime de marche normal, ces forces se trouvent moyennement égales en intensité, et de sens contraire en direction, aux attractions ou répulsions, s'exerçant, à leurs points d'application, entre le circuit ou ses électro-aimants et les systèmes qui l'actionnent ou en sont actionnés. Elles ont donc pour expression générale celle de l'action réciproque d'un pôle magnétique sur une portion de courant ou sur un second pôle, ou encore de deux portions de courant entre elles. Mais les deux derniers cas peuvent être ramenés fictivement au premier. Dès lors, l'expression générale dont il s'agit peut s'écrire : $\nu_m \int L_1^{-2} \sin\alpha\, i_m dL$, chaque composante de l'action étant d'ailleurs dirigée normalement au plan qui passe par le pôle magnétique et chaque élément de la portion de courant. Le travail individuel des forces extérieures vaut dès lors

$$\int i_m \nu_m \int L_1^{-2} \sin\alpha\, dL\, v \cos\beta\, dT, \tag{1}$$

la première intégrale à effectuer s'étendant à toute la portion de cir-

cuit sur laquelle l'action du pôle magnétique se fait sentir. Quand le régime n'est pas normal, il suffit évidemment d'ajouter $w_2$ à l'ensemble des expressions de l'espèce précédente pour avoir les travaux extérieurs.

» En tout cas, d'après la formule de Neumann [1], au fond purement conventionnelle, dans le système de mesures absolues électromagnétiques, on a

$$(2) \qquad e_m = \nu_m \int L_1^{-2} \sin\alpha \, dL v \cos\beta.$$

» Il est capital de ne pas oublier que les trois grandeurs *caractéristiques* dudit système, c'est-à-dire les grandeurs qui doivent logiquement s'y déterminer *a priori* et expérimentalement, sont $\nu_m$, $i_m$ et $e_m$. Dans notre théorie, ces grandeurs, ainsi que celles qui s'en déduisent de proche en proche, n'ont pas de réalité objective, comme en possèdent les quatre quantités primordiales et *simples* L, T, M, F : ce sont des grandeurs mécaniques *complexes*, fonctions monômes de puissances entières desdites quantités, et analogues à la force vive, à la quantité de mouvement, au travail, à la vitesse, etc. Elles n'ont, d'ailleurs, qu'une relation algébrique avec les grandeurs de même nom des autres systèmes de mesures. Il suit de là, en particulier, que la formule (2) est uniquement la définition mathématique de chaque grandeur $e_m$ dans le système qui nous occupe. De par sa définition, cette grandeur $e_m$ demeure invariable, quelles que soient la longueur totale, la section et la nature du circuit, tant que chaque portion de ce dernier influençable par un pôle magnétique ou une portion de courant conserve les mêmes longueur, orientation et mouvement relatif.

» De son côté, la fixation de l'unité de résistance en électromagnétisme repose expressément sur les valeurs *a priori* de $i_m$ et de $e_m$, que nous venons d'expliquer, et se déduit de la loi de Ohm, $e_m = r_m i_m$ : c'est seulement par un détour que, une fois cette unité déterminée, on calcule désormais $e_m$ au moyen de $r_m$, pour plus de facilité expérimentale.

» En tout état de cause, d'après la manière dont nous venons de préciser avec une entière netteté la force électromotrice $e_m$ : en mesures absolues électromagnétiques, la valeur des divers travaux extérieurs devient manifestement $\Sigma \int i_m e_m dT + w_2$. Le principe de la conservation des énergies mène facilement ensuite, sans l'omission d'aucun terme, à

$$(3) \qquad \theta - \theta' = \Sigma \int i_m e_m dT + w_2 = w + w_1 + w_2 + w' + w'_1.$$

» IV. Ce qui précède est applicable à l'emploi de piles. Le travail moteur extérieur se trouve là, il est vrai, dû aux variations d'énergie de position, surtout pondérable, des éléments de chaque pile, sous forme de phénomène

[1] Voir Blavier, *Grandeurs électriques*, p. 355.

*chimique*, au lieu de provenir de l'action d'un pôle magnétique en mouvement relatif par rapport à un circuit. Mais ce second cas peut se ramener *fictivement* au premier. Il suffit, à cet effet, d'imaginer un conducteur de même nature et section que celui de la pile et d'une longueur correspondant à la résistance totale de celle-ci, puis de supposer un pôle magnétique actionnant ce conducteur, de façon à y déterminer isolément la même force électromotrice et le même courant que la pile. Les phénomènes constatés ne relèvent, en somme, selon notre théorie, que des coordinations de l'éther du conducteur par rapport à ses molécules pondérables, et sont exclusivement fonction de la quantité de travail pénétrant *par unité de temps* à son intérieur. Il faut donc que cette quantité d'énergie se trouve la même dans les deux cas, et que, par suite, elle soit égale à $i_m e_m$, aussi bien dans le cas de la pile que dans le cas d'un pôle magnétique.

» On peut, par suite, regarder la relation (3) comme comprenant aussi le cas de courants de pile servant de générateurs de travail introduit dans un circuit général. Cette relation représente, dès lors, la loi de Joule dans sa plus large extension, en constituant du même coup la formule générale des machines électromotrices dans le cas le plus complexe; elle est d'ailleurs *cohérente*. Toutefois, il reste à examiner si les nombreux points de départ de notre démonstration ne sont pas soumis, comme dans les dynamomachines entre autres, à diverses exceptions et réserves. C'est ce que nous nous proposons de discuter dans une autre Communication. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la préparation en grandes masses des cultures atténuées par le chauffage rapide pour l'inoculation préventive du sang de rate.* Note de M. **A. Chauveau**, présentée par M. Bouley.

« On ne peut douter, après les expériences dont j'ai fait connaître les résultats (*Comptes rendus*, séance du 3 décembre 1883), que la méthode du chauffage rapide ne puisse être exploitée couramment pour la préparation des cultures atténuées propres aux inoculations préventives. Ces résultats, répéterai-je, sont très satisfaisants, et cependant j'ai cherché à améliorer les conditions d'utilisation pratique de la méthode, en adoptant un procédé de culture à l'aide duquel on peut préparer, d'un seul coup, dans le même réservoir, la quantité de virus nécessaire pour pratiquer, sur *quatre* à *huit mille moutons*, la double inoculation préventive. Je ne saurais dire encore si je suis arrivé à satisfaire les différents *desiderata* que j'avais en vue; mais, en tout cas, le procédé mérite une place spéciale dans l'étude générale de la culture des virus atténués.

» Le principal avantage de ce procédé, mis en œuvre, avec le concours de M. Wosnersenski, par les moyens que je vais exposer tout à l'heure, c'est de permettre des essais préalables avec chaque culture massive. Par ces essais, on détermine, dans chaque cas, le degré de chauffage auquel on devra soumettre les deux liquides d'inoculation pour leur communiquer le minimum d'atténuation utile. On peut ainsi ne pas dépasser la mesure ni rester en deçà et créer une solide immunité en s'exposant au moins de risques possible.

» C'est grâce au passage continu de l'air à travers ces grandes cultures qu'on parvient à les mener à bien.

» Voici comment je procède :

» Comme pour les cultures en petits matras, l'opération comprend deux séries de temps : ceux qui servent à la préparation de la semence atténuée et ceux qui sont consacrés au développement de cette semence et à l'atténuation complémentaire des spores qui en résultent.

» Les premiers temps sont la reproduction exacte de ceux des petites cultures; on projette une goutte de sang frais infecté, pris sur un cobaye, dans un ballon contenant $20^{gr}$ de bouillon stérilisé, et l'on cultive vingt heures à la température $+43°$; puis on chauffe la culture pendant trois heures, à $+47°$-$49$, plutôt $47°$ que $49°$; voilà la semence préparée.

» La deuxième série des manipulations se fait dans des récipients de $1^{lit}$ ou $2^{lit}$, suivant qu'on veut préparer le virus nécessaire à l'inoculation de 4000 moutons ou de 8000 moutons. Ces récipients sont des flacons de Chimie en verre, à trois tubulures, remplis aux $\frac{5}{6}$ de bouillon stérilisé. La tubulure médiane est garnie d'un tube plongeant, qui descend en s'effilant jusqu'au fond du vase; c'est par ce tube, pourvu à son extrémité extérieure d'un tampon de coton, que l'air s'introduit dans le liquide en fines bulles, pour y barboter plus ou moins activement. Des deux tubulures latérales, l'une donne naissance à un tube abducteur fermé aussi par un tampon de coton; ce tube est mis en rapport avec un appareil aspirateur. A la troisième tubulure est adapté un tube effilé qui sert à vider le flacon.

» C'est par ce dernier tube et en aspirant par la deuxième tubulure qu'on introduit la semence, dans la proportion de 1 goutte environ pour $10^{gr}$ de liquide de culture, soit $8^{gr}$ de semence pour une culture de $1600^{gr}$, dose que l'on peut doubler et même tripler si la semence est pauvre. Après l'introduction de la semence, le tube est fermé à la lampe.

» La culture, ainsi préparée, est placée dans un thermostat à $+35°, 37$. Le développement y serait pénible, c'est-à-dire lent et incomplet, si elle était abandonnée au repos. Mais, quand le jeu de l'aspirateur y détermine

le passage continu de l'air, elle devient le siège d'une abondante prolifération. En une semaine, l'évolution est généralement terminée et aboutit à une riche formation de spores, que le chauffage achèvera d'atténuer.

» Pour mettre chacun à même de vérifier et d'exploiter la valeur de ce procédé de culture, sans passer par de longs tâtonnements, je vais donner de courtes indications complémentaires sur un certain nombre de points.

» *Liquide de culture.* — Je n'ai pas encore résolu la question du choix du liquide qui convient le plus aux grandes cultures. Celles que j'ai le mieux réussies, jusqu'à présent, ont été faites dans un flacon d'un litre garni de bouillon de poulet (1 partie de viande maigre pour 4 à 5 parties d'eau).

» *Aération.* — L'aspirateur doit entretenir un courant d'air très régulier, à travers le liquide de culture, à raison de $1^{lit}$ ou $1^{lit},5$ par heure. C'est assez, surtout si l'on a soin, matin et soir, d'agiter le flacon avec précaution.

» *Température du thermostat.* — Plus on se rapproche de la température $+ 40^{\circ},5$, qui est encore suffisamment eugénésique, plus on a chance d'obtenir une bonne atténuation primitive de la culture; mais on s'expose davantage aux risques de développement pénible. J'ai fait comparativement deux cultures préparées avec la même semence et le même liquide traversé par la même quantité d'air, mais l'une à $+ 35^{\circ}$, l'autre à $+ 40^{\circ}$. Celle-ci a été sensiblement plus atténuée que l'autre, quoiqu'il fût impossible de constater des différences appréciables dans les caractères morphologiques des éléments virulents. Je conseillerai donc l'emploi d'une température assez rapprochée de $+ 40^{\circ}$, mais sans en faire une condition fondamentale, vu la facilité qu'offre le procédé de compléter autant qu'on veut l'atténuation.

» *Résultats des cultures.* — Le développement commence plus ou moins tôt; il est parfois à peine visible au bout de vingt-quatre heures. Des nuages blancs floconneux troublent le liquide et lui communiquent une légère teinte laiteuse opaline. Les progrès de la culture, en y faisant développer les spores, changent cette couleur en une teinte gris jaunâtre caractéristique. Malgré l'agitation entretenue par le passage continu de l'air, les produits de la culture tombent en grande partie au fond du vase : voilà pourquoi il est bon d'agiter de temps en temps.

» L'étude microscopique de ces cultures a été faite aux diverses périodes de l'évolution. Au début, on ne trouve que le mycélium type fragmenté, ou en forme de longs filaments, isolés ou enchevêtrés les uns dans les

autres, à protoplasme homogène. Plus tard se montrent, comme dans les cultures ordinaires, quelques spores dont le nombre peut se multiplier graduellement. Mais, en général, avant de fournir les spores, le mycélium se décompose en fragments irrégulièrement dodus, renflés souvent en forme de sporanges, fragments tout à fait libres ou réunis en petites masses dans lesquelles on distingue difficilement les limites des éléments primitifs. Il peut arriver que les spores qui se développent dans ce protoplasme modifié n'aient pas toutes les caractères considérés comme normaux; on en trouve de dimensions diverses : quelques-unes sont fort petites. De plus, ces spores s'agglutinent souvent ensemble de manière à former des amas plus ou moins irréguliers, où elles paraissent très déformées. J'ai cru, au premier abord, que cette déviation de développement impliquait une altération des propriétés fondamentales du virus. Il n'en est rien; néanmoins, il est à peu près sûr que l'aptitude à l'atténuation n'est pas également développée dans ces spores disparates et que le chauffage n'a pas sur toutes une influence uniforme; en sorte que les cultures où se remarquent ces caractères particuliers de la sporulation ne doivent être utilisées qu'avec défiance pour l'inoculation préventive [1].

» *Comparaison des grandes et des petites cultures.* — Dans tous les cas où j'ai préparé de grandes cultures, avec passage continu d'air, j'ai eu soin d'installer comparativement les petites cultures ordinaires, avec même liquide, même semence, même température. Les différences de conditions ne portaient que sur la masse cultivée et la manière dont celle-ci était mise en contact avec l'oxygène atmosphérique. Indépendamment des différences morphologiques que ces différences de conditions peuvent déterminer dans les deux sortes de cultures, j'ai toujours trouvé entre elles une notable différence d'activité. Ce sont les grandes cultures qui, dans tous les cas, ont manifesté la moindre atténuation. Le liquide des petites cultures, chauffé à $+80°$, s'est toujours montré inoffensif sur le mouton, comme dans mes premières expériences. Quant au liquide des grandes cultures correspondantes, le chauffage à $+80°$ est loin d'avoir sur lui la même influence atténuante. Dans les lots de moutons inoculés avec ce liquide, il y a eu le plus souvent des pertes qui ont varié de $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{2}$. Ainsi l'intervention plus

---

[1] Dans les cultures ordinaires, on observe aussi fréquemment la réunion des courts bâtonnets en petites masses irrégulières, où les spores se développent, en apparence, au hasard, sans que l'on puisse distinguer si le développement se fait entre les bords limites de tel ou tel fragment de mycélium.

active de l'air, dans les grandes cultures, n'augmente pas l'atténuation; tout au contraire, l'activité des spores est encore telle que, dans le plus grand nombre des cas, on ne pourrait les employer sans chauffage préalable pour servir à la deuxième inoculation préventive, ce que l'on peut faire, sinon toujours, au moins le plus souvent, avec les spores des petites cultures.

» Ajoutons que le défaut d'homogénéité qui s'observe parfois dans les produits des grandes cultures ne se manifeste pas dans les petites cultures bien conduites. Aussi celles-ci paraissent-elles s'atténuer, en général, d'une manière plus uniforme quand on les soumet au chauffage et gardent-elles, au moins pour le moment, une évidente supériorité sur les autres, au point de vue des applications à l'inoculation préventive. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de l'un de ses Membres, qui devra faire partie de la Commission mixte chargée de juger les Ouvrages adressés pour le Concours du Prix triennal fondé par M. *Louis Fould* à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, sur l'Histoire des arts du dessin jusqu'au siècle de Périclès.

M. **Jamin** réunit la majorité des suffrages.

## MEMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Jordan** est adjoint à la Commission chargée d'examiner le Mémoire de M. *Fontaneau* sur « la déformation et les mouvements intérieurs des corps élastiques ».

M. **Duroy** adresse une réclamation de priorité au sujet de l'appareil décrit par M. Sandras dans le Mémoire qu'il a lu devant l'Académie sur les « Inhalations médicamenteuses ».

(Renvoi à la Commission nommée pour examiner le Mémoire de M. Sandras.)

## CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les livraisons 64 et 65 de la « Paléontologie française. Terrain jurassique : Crinoïdes », par M. *de Loriol*; « Échinodermes réguliers », par M. *G. Cotteau*. (Présentées par M. Hébert.)

2° Le numéro de mars 1883 du *Bullettino* publié par le prince *Boncompagni*. Ce numéro est consacré à la fin de l'article intitulé : « Alcuni scritti inediti di Galileo Galilei, tratti dai manoscritti della Biblioteca nazionale di Firenze, pubblicati ed illustrati da *Antonio Favaro* ».

M. l'Inspecteur général de la Navigation de la Seine adresse les états des crues et diminutions de la Seine observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle pendant l'année 1883 :

« Les plus hautes eaux ont été observées, le 5 janvier, au pont de la Tournelle, à $6^m,01$, et le 5 janvier, au pont Royal, à $6^m,94$.

» Les plus basses eaux ont été observées les 9, 10, 16 et 17 septembre au pont de la Tournelle, à $-0^m,20$, et les 9 et 17 septembre au pont Royal, à $1^m,55$. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'équatorial coudé (Observatoire de Paris)*; par M. Périgaud. Présentées par M. Mouchez.

| Dates. 1884. | Étoiles. | Temps moyen de Paris. | Ascens. droite apparente. | Correction de l'éphéméride (¹). | Distance polaire apparente. | Correction de l'éphéméride (¹). | Nombre de comp. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | h m s | s | ° ′ ″ | ′ ″ | |
| Janv. 3... | *a* | 5.38.37 | 21.59. 1,31 | +18,63 | +19.30.16,4 | −4.42,0 | 3 |
| 9... | *b* | 5.33.49 | 22.40.16,50 | +18,92 | + 8.41.28,4 | −5.54,7 | 3 |
| 12... | *c* | 5.21.49 | 22.59.22,98 | +18,00 | + 3. 0.42,4 | −6.13,8 | 3 |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Étoiles. | Ascension droite moy. pour 1884,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moy. pour 1884,0. | Réduction au jour. | Autorité. |
|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | s | ° ′ ″ | ″ | |
| *a* 42836 Lal..... | 21.52.12,04 | −0,30 | +19.45. 3,9 | +11,0 | 3 et 2 obs. mérid. Paris. |
| *b* 44831 » ..... | 22.49.17,93 | −0,04 | + 8.50.31,5 | + 7,0 | 3 obs. mérid. Paris. |
| *c* 45105 » ..... | 22.57.58,21 | −0,10 | + 3.11.44,8 | + 4,3 | Id. |

(¹) *Astronomische Nachrichten*, n° 2558.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le genre de quelques fonctions entières.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Ossian Bonnet.

« Je considère une fonction entière $F(x)$ du genre $n$, et je suppose que l'équation $F(x) = 0$ ait toutes ses racines réelles, ou, du moins, ait un nombre limité de racines imaginaires.

» Soient $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_k$ les racines imaginaires de cette équation; je suppose, pour fixer les idées, que le nombre des racines réelles négatives soit limité et, en les rangeant par ordre croissant de grandeur, je les désigne par $\alpha_1, \alpha_2, \ldots$.

» En posant

$$F_m(x) = e^{a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_n x^n}\left(1 - \frac{x}{\beta_1}\right)\left(1 - \frac{x}{\beta_2}\right) - \left(1 - \frac{x}{\beta_k}\right)\prod_1^m\left(1 - \frac{x}{\alpha_i}\right),$$

où les $a_i$ désignent des quantités variables dépendant de la valeur du nombre entier $m$, on a évidemment

$$F(x) = \lim F_m(x)$$

et

$$F'(x) = \lim F'_m(x).$$

$F'_m(x)$ est une fonction de la forme

$$e^{a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_n x^n}\Phi_m(x),$$

où $\Phi_m(x)$ est un polynôme entier.

» Les racines de l'équation $\Phi_m(x) = 0$ sont les mêmes que celles de l'équation

$$\frac{F'_m(x)}{F_m(x)} = 0,$$

ou encore de l'équation

$$a_1 + 2a_2 x + \ldots + n a_n x^{n-1} + \frac{1}{x - \beta_1} + \frac{1}{x - \beta_2} + \cdots + \frac{1}{x - \beta_k} + \sum_1^m \frac{1}{x - \alpha_i} = 0;$$

cette équation, mise sous forme entière, est du degré $(k + m + n - 1)$.

» Elle a $(m - 1)$ racines réelles respectivement comprises entre les nombres $\alpha_1$ et $\alpha_2$, $\alpha_2$ et $\alpha_3$, $\alpha_3$ et $\alpha_4$, ..., et qui, quelle que soit la valeur attribuée au nombre entier $m$, demeurent comprises entre des limites parfaitement déterminées; ces racines, je les désignerai par les lettres

$$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \ldots, \gamma_{m-1}.$$

» Les $k+n$ autres racines peuvent être réelles ou imaginaires, et la valeur de leur module peut croître indéfiniment avec le nombre $m$; elles sont essentiellement en nombre limité, et je les désignerai par les lettres

$$\delta_1, \delta_2, \ldots, \delta_{k+n}.$$

» On a donc, en désignant par $A_m$ un nombre dépendant du nombre entier $m$,

$$\Phi_m(x) = A_m \prod_1^{m-1}\left(1-\frac{x}{\gamma_i}\right)\prod_1^{k+n}\left(1-\frac{x}{\delta_i}\right).$$

» Le facteur $\prod_1^{k+n}\left(1-\frac{x}{\delta_i}\right)$ a pour limite un polynôme entier $\Psi(x)$, dont le degré est au plus du degré $(k+n)$; il peut être d'un degré moindre, s plusieurs valeurs de $\delta_i$ croissent indéfiniment avec le nombre $m$.

» On aura donc

$$F'(x) = \lim F'_m(x) = \Psi(x) \lim e^{a_1x+a_2x^2+\ldots+a_nx^n} A_m \prod_1^{m-1}\left(1-\frac{x}{\gamma_i}\right),$$

et, *comme chacune des quantités $\gamma_i$ demeure comprise, quel que soit le nombre entier $m$ entre deux limites déterminées*, il est clair que la limite du produit

$$A_m e^{a_1x+a_2x^2+\ldots+a_nx^n}\prod_1^{m-1}\left(1-\frac{x}{\gamma_i}\right)$$

est une fonction entière du genre $n$.

» D'où cette conclusion importante :

» La dérivée $F'(x)$ est une fonction entière du genre $n$.

» 2. L'équation $\Phi_m(x)=0$ ayant *au plus* $k+n$ racines imaginaires, on voit, à la limite, que l'équation

$$F'(x)=0$$

a également, au plus, $k+n$ racines imaginaires; ce nombre étant essentiellement limité, il en résulte que $F''(x)$, $F'''(x)$, ..., et en général toutes les dérivées de $F(x)$, sont du genre $n$.

» La démonstration précédente suppose expressément que le nombre des racines imaginaires de l'équation $F(x)=0$ est limité; il est probable, toutefois, que le théorème subsiste encore, même dans le cas où elle a une infinité de racines imaginaires; mais, jusqu'à présent, je n'ai pas réussi à en obtenir une démonstration rigoureuse.

» 3. On établirait, comme ci-dessus, la proposition plus générale qu suit :

» $F(x)$ *désignant une fonction entière du genre* $n$, *n'admettant qu'un nombre limité de facteurs imaginaires, la fonction suivante :*

$$\Theta_0 F(x) + \Theta_1 F'(x) + \Theta_2 F''(x) + \ldots + \Theta_h F^{(h)} x,$$

*où* $h$ *désigne un nombre entier quelconque, et* $\Theta_0, \Theta_1, \ldots, \Theta_h$ *des polynômes entiers à coefficients réels ou imaginaires, est une fonction entière du genre* $n$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le limaçon de Pascal.* Note de M. **A. Genocchi.**

« Dans un récent numéro des *Comptes rendus* (17 décembre 1883, p. 1424), on a remarqué qu'une transformation, indiquée par Chasles pour obtenir les ovales de Descartes, donne seulement des limaçons de Pascal. Cette remarque est juste, mais n'est pas nouvelle. M. Cayley l'avait déjà publiée en 1850 dans le *Journal de Liouville.* J'y suis revenu en 1855 dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, p. 206, où j'ai montré qu'employant les coordonnées polaires $\rho$ et $\omega$, si l'on remplace $\rho$ par $\frac{1}{m}\rho^2$ et $\omega$ par $2\omega$, on transforme les courbes appelées *limaçons* en cercles; j'ajoutais : « Réciproquement, on transformera les cercles en limaçons, en remplaçant » $\rho$ et $\omega$ par $\sqrt{m\rho}$ et $\frac{1}{2}\omega$. Ainsi il est visible que ce moyen, employé par » MM. Chasles et W. Roberts, pour obtenir les ovales de Descartes, fournit » seulement le limaçon de Pascal, comme l'a remarqué M. Cayley (*Journal* » *de Liouville,* t. XV, p. 354). Il s'ensuit, en particulier, que l'ovale men- » tionné dans le théorème, dont M. P. Serret a indiqué la démonstration » dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques,* t. IX, p. 321, n'est aussi » qu'un limaçon. » Je rappelais aussi (p. 204) que cette courbe est en même temps une conchoïde circulaire et une épicycloïde, et qu'elle a été étudiée par Quetelet comme la *caustique secondaire* par réflexion dans le cercle, quoique la dénomination de *limaçon de Pascal,* introduite par Roberval, soit restreinte dans le Mémoire de Quetelet à un cas particulier. L'équation polaire d'un ovale de Descartes étant

$$\rho^2 - 2\rho(a\cos\omega + b) = k,$$

j'en déduisais celle du limaçon par deux hypothèses distinctes, savoir en supposant $k = 0$ et $k = -(a-b)^2$ ou $k = -(a+b)^2$, suivant que $a$ et $b$ sont du même signe ou de signes contraires. J'obtenais ainsi deux

expressions de l'arc du limaçon, et leur rapprochement me donnait le théorème de Landen sur la réduction d'une intégrale elliptique de première espèce à deux arcs d'ellipses, avec la transformation analytique qui sert à cette réduction. Pour le cas particulier indiqué par Quetelet, on doit faire de plus $a = 2b$; et c'est Quetelet qui a reconnu que l'arc d'un limaçon est toujours égal à un arc d'ellipse. Dans cette Note des *Nouvelles Annales de Mathématiques,* je simplifiais l'expression de l'arc des ovales de Descartes qu'avait trouvée M. William Roberts, et un peu plus tard (même Volume, p. 260) j'ai montré qu'elle était réductible aux intégrales elliptiques.

» Dans mon Mémoire de 1864 sur les caustiques secondaires, j'ai eu encore à m'occuper des limaçons, et j'ai remarqué que pour eux un foyer résulte de la coïncidence de deux foyers des ovales. En outre, ces courbes doivent jouir des propriétés que j'ai exposées pour les caustiques secondaires, en général, et aussi de celles qui se rapportent aux caustiques par réflexion. Je mentionne à cet égard la généralisation que je crois avoir donnée le premier d'un théorème célèbre de Dandelin, en démontrant que le lieu des pieds des perpendiculaires abaissées d'un point fixe sur les tangentes d'une courbe donnée est la caustique secondaire par réflexion d'une courbe semblable, la lumière étant supposée dans le point fixe : cela établit l'identité des caustiques par réflexion avec les développées des courbes appelées *podaires.* J'ai étendu la même propriété aux pieds des obliques faisant avec les tangentes un angle constant (podaires inclinées). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires à coefficients doublement périodiques.* Note de M. G. **Floquet** (¹), présentée par M. Hermite.

« La fonction $\mathrm{Z}(x)$ étant telle que

$$\mathrm{Z}(x+\omega)=\mathrm{Z}(x)+q,\quad \mathrm{Z}(x+\omega')=\mathrm{Z}(x)+q',\quad \omega q'-q\omega'=2\pi\sqrt{-1},$$

je pose

$$-\frac{\omega\omega'}{2\pi\sqrt{-1}}\left[\mathrm{Z}(x)-\frac{qx}{\omega}\right]=u(x),\quad +\frac{\omega\omega'}{2\pi\sqrt{-1}}\left[\mathrm{Z}(x)-\frac{q'x}{\omega'}\right]=u'(x),$$

(¹) Lire partout, dans la Note précédente, p. 38, $\mathfrak{P}(x)$ et $\mathfrak{P}'(x)$ au lieu de $\mathrm{P}(x)$ et $\mathrm{P}'(x)$.

de sorte qu'on aura

$$\begin{array}{ll} u(x+\omega) = u(x), & u'(x+\omega) = u'(x) - \omega, \\ u(x+\omega') = u(x) - \omega', & u'(x+\omega') = u'(x), \end{array} \qquad u + u' + x = 0.$$

» Soit alors $F(x)$ une fonction capable des deux formes $\mathfrak{F}(x)$ et $\mathfrak{F}'(x)$, avec les multiplicateurs $\varepsilon$ et $\varepsilon'$.

» $\mathfrak{F}(x) = \varphi_0(x) + \ldots + x^i \varphi_i(x)$ étant de degré quelconque $i$, je supposerai d'abord $\mathfrak{F}'(x)$ du degré zéro, auquel cas il vient

$$\varphi_0(x+\omega') + \ldots + (x+\omega')^i \varphi_i(x+\omega') = \varepsilon'[\varphi_0(x) + \ldots + x^i \varphi_i(x)].$$

» En identifiant, on obtient $i+1$ équations qui donnent les expressions de $\varphi_i(x)$, $\varphi_{i-1}(x)$, ..., $\varphi_0(x)$. La première de ces expressions montre que $\varphi_i(x)$ est doublement périodique de seconde espèce. La seconde conduit à

$$\frac{\varphi_{i-1}(x+\omega')}{\varphi_i(x+\omega')} = \frac{\varphi_{i-1}(x)}{\varphi_i(x)} - i\omega',$$

et, par conséquent, la fonction

$$\frac{\varphi_{i-1}(x)}{\varphi_i(x)} - iu(x),$$

qui admet la période $\omega$, admettra aussi la période $\omega'$. J'en déduis

$$\varphi_{i-1}(x) = \varpi_{10}(x) + \frac{i}{1}\varpi_{00}(x)u,$$

$\varpi_{00}(x)$ désignant $\varphi_i(x)$, et $\varpi_{10}(x)$ étant doublement périodique de seconde espèce, comme $\varpi_{00}(x)$. On aura pareillement

$$\varphi_{i-2}(x) = \varpi_{20}(x) + \frac{i-1}{1}\varpi_{10}(x)u + \ldots + \frac{i(i-1)}{1.2}\varpi_{00}(x)u^2,$$

et finalement

$$\varphi_0(x) = \varpi_{i0}(x) + \varpi_{i-1,0}(x)u + \ldots + \varpi_{00}(x)u^i.$$

Si l'on substitue ces valeurs des fonctions $\varphi$ dans l'expression $\mathfrak{F}(x)$, en ayant égard à $u + x = -u'$, on trouve

$$F(x) = \varpi_0(x) + \varpi_1(x)u' + \varpi_2(x)u'^2 + \ldots + \varpi_i(x)u'^i,$$

où les $\varpi(x)$ sont doublement périodiques de seconde espèce, aux multiplicateurs $\varepsilon$ et $\varepsilon'$, et où $\varpi_i(x)$ est égal à $(-1)^i\varphi_i(x)$.

» Le cas où $\mathfrak{F}(x)$ serait du degré zéro, et $\mathfrak{F}'(x)$ du degré $i'$, se conclut

par analogie

$$(1)\qquad F(x) = \varpi'_0(x) + \varpi'_1(x)u + \ldots + \varpi'_{i'}(x)u^{i'}.$$

» Quant au cas général des degrés $i$ et $i'$ quelconques, il se ramène aux précédents. Je démontre, en effet, que $\varphi_i(x)$, $\varphi_{i-1}(x)$, ..., $\varphi_0(x)$ sont alors de la forme $\mathfrak{P}'(x)$, avec le multiplicateur $\varepsilon'$, mais avec des degrés respectivement égaux ou inférieurs à $i'$, $i'+1$, ..., $i'+i$. Ces fonctions $\varphi$ sont donc des polynômes en $u$ tels que (1). En les substituant dans $\mathfrak{P}(x)$, puis remplaçant explicitement $x$ par son identique $-(u+u')$, on obtient pour $F(x)$ un polynôme $\mathfrak{R}(u, u')$ aux deux variables $u$ et $u'$ ayant pour coefficients des fonctions doublement périodiques de seconde espèce, de mêmes multiplicateurs $\varepsilon$ et $\varepsilon'$. Ce polynôme est au plus du degré $i+i'$. Il est toujours de degré $i'$ par rapport à $u$, et de degré $i$ par rapport à $u'$.

» En appliquant ces considérations aux intégrales de l'équation $P(y) = 0$, on arrive aux résultats suivants :

» $P = 0$ *admet toujours, comme intégrales distinctes, m polynômes* $\mathfrak{R}$. *Leurs multiplicateurs sont les racines des équations fondamentales. Un polynôme qui appartient aux multiplicateurs* $\varepsilon$ *et* $\varepsilon'$, *racines multiples d'ordres* $\mu$ *et* $\mu'$, *est de degré inférieur à* $\mu'$ *par rapport à* $u$ *et de degré inférieur à* $\mu$ *par rapport à* $u'$. N *de ces polynômes sont indépendants de* $u$ *et de* $u'$, $\nu - N$ *de* $u'$, *et* $\nu' - N$ *de* $u$, *de sorte que ce système fondamental renferme à la fois les intégrales distinctes simplement périodiques de seconde espèce, en nombre maximum, pour chaque période, et, parmi elles, toutes les solutions doublement périodiques de seconde espèce.*

» Le cas le plus ordinaire, après celui où l'une au moins des équations fondamentales a toutes ses racines inégales, sera celui où aucune des racines multiples n'annulera tous les mineurs du premier ordre. Notre système fondamental se partage alors en groupes simples. En effet, chaque racine $\varepsilon$ de $\Delta = 0$ est alors associée à une racine $\varepsilon'$ de $\Delta' = 0$, ayant même ordre de multiplicité, et, si le couple $(\varepsilon, \varepsilon')$ est multiple d'ordre $\mu$, à ce couple correspond un groupe de $\mu$ éléments $\mathfrak{R}_0$, $\mathfrak{R}_1$, ..., $\mathfrak{R}_{\mu-1}$, de degrés 0, 1, 2, ..., $\mu-1$, et de multiplicateurs $\varepsilon$ et $\varepsilon'$, les coefficients des plus hautes puissances de $u$ et de $u'$ ne différant que par des facteurs constants.

» Voici, pour une équation $P = 0$ du second ordre, le système fondamental qui répond à tous les cas :

$$y_1 = \varpi(x), \quad y_2 = \varpi_0(x) + Ax\varpi(x) + BZ(x)\varpi(x),$$

$\varpi_0(x)$ et $\varpi(x)$ étant doublement périodiques de seconde espèce. Les con-

stantes A et B sont nulles si $\nu$ et $\nu'$ sont tous deux égaux à 2. Sinon, une au moins diffère de zéro, et $\varpi_0(x)$, $\varpi(x)$ ont toujours alors mêmes multiplicateurs. On a $B = -\frac{A\omega}{q}$ lorsque $\nu = 2$, $\nu' = 1$, et $B = -\frac{A\omega'}{q}$ lorsque $\nu = 1$, $\nu' = 2$. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la détente adiabatique de la vapeur d'eau.* Note de M. **P. Charpentier**, présentée par M. H. Debray.

« Dans un précédent travail ([1]), nous avons rappelé que pratiquement on ne pouvait considérer comme négligeable l'influence des parois du cylindre où s'opère la détente d'une vapeur, et que, par suite, cette détente ne pouvait se faire *adiabatiquement*.

» Au point de vue purement théorique, il est cependant nécessaire d'étudier les phénomènes qui pourraient s'accomplir dans le cas d'une détente *rigoureusement adiabatique*.

» On sait que la détente *adiabatique* d'une vapeur est accompagnée d'une condensation aliquote de cette vapeur. Cette condensation est la *conséquence* de la détente qui a produit un travail utilisable, mais non la *cause* de ce travail, comme on l'a souvent dit à tort. Quoi qu'il en soit des autres phénomènes, qui, en pratique, peuvent masquer la production de cette condensation, il n'en est pas moins vrai que la cause tendant à la produire existe toujours, quelles que soient les conditions du fonctionnement pratique du cylindre; elle doit entrer en équation, non pas à titre auxiliaire, mais à titre fondamental.

» Pour établir la valeur numérique de cette condensation, MM. Clausius et Zeuner ont proposé plusieurs formules.

» Nous pouvons arriver au même résultat en suivant une marche très simple, qui nous permettra de déterminer aussi exactement que possible, étant donné l'état actuel de nos connaissances sur la vapeur d'eau, la valeur de l'exposant $\mu$, qui figure dans l'équation de la courbe adiabatique $pv^{\mu} = p_1 v_1^{\mu}$, proposée par M. Rankine pour représenter la détente de la vapeur d'eau sèche et saturée.

» En continuant à employer les notations que nous avons précédem-

([1]) *Comptes rendus*, séance du 19 mars 1883.

ment indiquées, supposant que nous étudions une vapeur d'eau sèche et saturée, et nommant :

$v$ le volume occupé par le poids de vapeur $v\gamma_t$ aux température et pression initiales $t$ et $p$;
$v_1$ le volume occupé par cette même vapeur après sa détente adiabatique;
$\psi$ le poids de vapeur persistant à la fin du phénomène;
T le travail externe total produit par cette détente.

» On sait que l'on obtient pour la vapeur assimilée un instant à un gaz parfait la relation approchée

$$T = \frac{pv}{\mu - 1}\left(1 - \frac{p_1}{p}^{\frac{\mu-1}{\mu}}\right).$$

» Écrivons que la chaleur transformée en travail de détente est identiquement égale à la différence existant entre la chaleur possédée par le poids de vapeur $v\gamma_t$ au départ et la chaleur conservée par le mélange final $\psi + (v\gamma_t - \psi)$; nous aurons l'équation suivante :

$$\psi = \frac{v\gamma_t(J_t - q_{t_1}) - \frac{Apv}{\mu - 1}\left(1 - \frac{p_1}{p}^{\frac{\mu-1}{\mu}}\right)}{J_{t_1} - q_{t_1}}.$$

» Des considérations spéciales ont amené M. Zeuner à adopter pour la vapeur d'eau sèche et saturée la valeur constante et moyenne $\mu = 1,135$. Mais, sans qu'il soit besoin de donner la démonstration très simple qui nous amènerait au résultat important que nous allons énoncer, nous dirons que les valeurs successives de $\psi$ qui seraient fournies par la relation précédente, dans laquelle on ferait $\mu = 1,135$, satisfont à très peu près, et quelles que soient les pressions, à la relation

$$\psi = \frac{Apu_{t_1}}{Apu_t} v\gamma_t.$$

» Ce nouveau théorème de Thermodynamique, dont on pourra plus tard apprécier l'importance, peut s'énoncer ainsi :

» *Dans la détente adiabatique de la vapeur d'eau sèche et saturée, le poids relatif $\frac{\psi}{v\gamma_t}$ de vapeur persistant à chaque instant est donné par le rapport qui existe entre la chaleur latente externe finale et la chaleur latente externe initiale.*

» En calculant par la suite les diverses valeurs numériques de cette va-

riable $\psi$, nous montrerons que les valeurs de $\mu$ ne sont pas constantes et qu'il n'est pas permis de lui assigner une moyenne pratique, telle que le nombre 1,135, tout au moins tant que l'on persistera à adopter une valeur constante pour le coefficient de dilatation.

» Nous pourrons nous convaincre que les rendements théoriques déjà faibles le deviennent encore bien davantage si l'on considère ce qui se passe réellement en pratique, et nous serons amené à insister sur ce fait, que dans l'étude d'un moteur à vapeur il faut non seulement considérer la *quantité* de chaleur mise en jeu, mais aussi la *qualité* de cette chaleur.

» Ces considérations auront leur utilité dans nos études ultérieures pour la détermination de l'exposant $\mu$, dans le cas de la détente d'autres vapeurs susceptibles d'une application industrielle, et pour la recherche de la constitution intime des vapeurs.

» Il ne faut pas, croyons-nous, s'exercer à trouver des modifications plus ou moins ingénieuses aux mécanismes actuels : là n'est pas le problème. Nous devons remonter à l'origine et modifier profondément le cycle. Pour en arriver là, il est fort utile, en se basant sur les principes de Thermodynamique reconnus comme vrais aujourd'hui mathématiquement et philosophiquement, de chercher à élucider les phénomènes physiques accompagnant la détente des vapeurs. Il est, de plus, nécessaire de se rappeler que le défaut du moteur à vapeur réside dans l'existence de la *chaleur latente interne* $\rho$, qu'il faut chercher à faire disparaître, ou tout au moins à atténuer la néfaste influence de cette chaleur latente, si l'on ne peut économiquement parvenir à la retransformer en travail utile. »

CAPILLARITÉ. — *Sur l'accord de l'expérience et de la théorie dans l'élévation de l'eau entre des plaques verticales, parallèles et mouillées.* Note de M. QUET.

« La loi théorique qui régit les surfaces capillaires, lorsqu'elle est appliquée à la section principale d'un liquide compris entre deux plaques verticales et parallèles, consiste en ce que l'élévation de chaque point de la courbe au-dessus du niveau général est en raison inverse du rayon de courbure. Si $ds$ est un élément de la courbe, que $dx$ soit sa projection sur l'axe horizontal $\alpha x$ mené dans la section principale et sur le plan du niveau, et que $u$ désigne l'inclinaison de $ds$ sur l'axe des $x$, on a

$$dx = ds \cos u,$$

et, d'une autre part, R étant le rayon de courbure et $du$ l'angle sous lequel

$ds$ est vu du centre du cercle osculateur, l'arc $ds$ doit se confondre avec l'arc correspondant $R\,du$ de ce cercle. Il suit de là que l'on a

$$(1)\qquad z = \frac{a^2}{2R},$$

$$(2)\qquad dx = R\cos u\, du,$$

$$(3)\qquad dz = \operatorname{tang} u\, dx;$$

le coefficient $a^2$ est égal à 15,1199. Il a été calculé par Laplace et ensuite par Poisson, d'après des expériences très précises, faites avec des tubes capillaires par Gay-Lussac. En éliminant R et $dx$, on tire de ces équations

$$z\,dz = \frac{a^2}{2}\sin u\, du,$$

$$z^2 = c - a^2\cos u,$$

$$(4)\qquad z^2 = h^2 + a^2 - a^2\cos u;$$

$h$ représente la hauteur du point où la tangente est horizontale et qui est le point central de la courbe, point qui existe toujours lorsque les plaques sont préparées d'après les indications de Gay-Lussac; la dernière expression est une des formes que peut avoir l'équation de la courbe capillaire. Je désigne par $h'$ la hauteur du point où la courbe rencontre une des plaques, et j'ai

$$u = \frac{\pi}{2},$$

$$(5)\qquad h' = \sqrt{a^2 + h^2},$$

$$(6)\qquad h' - h = \sqrt{a^2 + h^2} - h.$$

L'équation (6) permet de calculer la flèche lorsque $h$ est donné et de la comparer à l'observation. Avec l'équation (5), on peut calculer la hauteur $h' = a$, à laquelle le liquide s'élève contre les parois planes et verticales des vases mouillés.

» J'ai institué, avec M. Seguin, une nombreuse série d'expériences pour lesquelles M. Valson a prêté son utile concours, et je vais en indiquer les principaux résultats.

» Nous avons trouvé que, dans les vases à parois planes et bien préparées, l'eau s'élève moyennement contre les parois à la hauteur de $3^{mm},89$. Ce nombre diffère très peu de $3^{mm},88$, qui est la valeur de la racine carrée de 15,1199, ou celle de $a$.

» Entre des plaques dont les distances étaient

$$1^{mm},25,\quad 1^{mm},94,\quad 7^{mm},84,\quad 11^{mm},20,$$

nous avons trouvé pour les flèches les valeurs suivantes :

$$0^{mm},54,\quad 2^{mm},04,\quad 2^{mm},78,\quad 3^{mm},22;$$

les flèches calculées à l'aide de la formule (6) sont

$$0^{mm},57,\quad 2^{mm},07,\quad 2^{mm},77,\quad 3^{mm},24.$$

L'accord de la théorie et de l'expérience est, comme l'on voit, satisfaisant.

» Considérons le problème à un point de vue plus général.

» Si l'on élimine R et $z$ entre les équations (1), (2), (4), on obtient

$$dx = \frac{a^2}{2}\frac{\cos u\, du}{\sqrt{a^2+h^2-a^2\cos u}};$$

je désigne par $t$ la tangente d'un angle auxiliaire $\gamma$ dont le double a pour sinus le rapport de $a^2$ à $a^2+h^2$, et j'ai

$$\sin 2\gamma = \frac{a^2}{a^2+h^2} = \frac{2t}{1+t^2},\quad dx = \frac{a^2}{2}\sqrt{\frac{1+t^2}{a^2+h^2}}\frac{\cos u\, du}{\sqrt{1-2t\cos u+t^2}};$$

or, la puissance $-\frac{1}{2}$ du trinôme $1-2t\cos u+t^2$ peut être développée, d'après la formule d'Euler, en une série convergente de termes proportionnels aux cosinus des multiples de l'angle $u$, et l'on a

$$(1-2t\cos u+t^2)^{-\frac{1}{2}} = A_0 + A_1\cos u + A_2\cos 2u + A_3\cos 3u + \ldots.$$

Les coefficients $A_0$, $A_1$, $A_2$, ... sont des séries convergentes contenant les puissances entières de $t$; on a, par exemple,

$$A_0 = n_0 + n_1^2 t^2 + n_2^2 t^4 + n_3^2 t^6 + \ldots,$$
$$A_1 = 2(n_1 t + n_1 n_2 t^3 + n_2 n_3 t^5 + \ldots,$$
$$A_2 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$

on a posé, pour plus de simplicité,

$$n_0 = \frac{1}{2},\quad n_1 = \frac{1.3}{2.4},\quad n_2 = \frac{1.3.5}{2.4.6};$$

d'après cela, la valeur de $dx$ devient

$$dx = \frac{a}{2}\sqrt{2t}\cos u\, du(A_0 + A_1\cos u + A_2\cos 2u, \ldots),$$

et, en remarquant que $x = 0$ pour $u = 0$, on déduit de là

$$x = \frac{a}{2}\sqrt{2t}\left[A_1 u + (2A_0 + A_1)\sin u + \frac{A_1 + A_3}{2}\sin 2u + \frac{A_2 + A_4}{3}\sin 3u + \ldots\right].$$

» Cette expression donne une nouvelle forme de l'équation de la courbe capillaire. Si $d$ est la distance des plaques, comme on a $u = \frac{\pi}{2}$ pour $x = \frac{d}{2}$, il vient

$$d = a\sqrt{2t}\left(A_1\frac{\pi}{2} + 2A_0 + A_1 - \frac{A_2 + A_4}{3} + \ldots\right);$$

en ordonnant par rapport aux puissances de $t$, on a

$$d = a\sqrt{2t}\left(1 + \frac{\pi}{4}t + \frac{1}{2}t^2 + \frac{3\pi}{32}t^3 + \frac{5}{24}t^4 + \frac{15\pi}{216}t^5 + \frac{59}{2160}t^6 + \frac{175\pi}{4096}t^7 + \ldots\right).$$

» Cette équation permet de calculer la distance des plaques, lorsqu'on mesure $h$, et de la comparer à la valeur que l'on a trouvée par expérience. Je donne ici le Tableau de cette comparaison, où $d$ est la distance mesurée, $d'$ la distance calculée, $h$ la hauteur du point central de la courbe, ramenée à la température de 8°,5.

| $d$. | $h$. | $hd$. | $d'$. | $d - d'$. | Noms des observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|
| mm | mm | mm | mm | mm | |
| 0,33............ | 48,72 | 16,076 | 0,31 | +0,02 | Quet et Seguin. |
| 0,70............ | 21,69 | 15,155 | 0,696 | +0,004 | » |
| 0,84............ | 17,80 | 14,952 | 0,848 | −0,008 | Edouard Desains. |
| 1,069.......... | 13,773 | 14,713 | 1,090 | −0,021 | Gay-Lussac. |
| 1,15............ | 12,94 | 14,885 | 1,155 | −0,005 | Quet et Seguin. |
| 4,96............ | 2,58 | 12,797 | 4,92 | +0,04 | » |
| 7,84............ | 1,34 | 10,427 | 7,75 | +0,09 | » |
| 11,20............ | 0,71 | 7,952 | 10,87 | +0,33 | » |

» La petitesse des différences de $d - d'$ montre clairement l'accord qui existe entre l'expérience et la théorie. La plus forte de ces différences n'est pas la trente-troisième partie de la valeur, et l'on remarquera que le calcul porte sur cette valeur les erreurs relatives aux deux variables que l'on mesure. »

PHYSIQUE. — *Nouvelle méthode de déterminer l'inclinaison magnétique avec la boussole à induction.* Note de M. **Wild**, présentée par M. Faye.

« Dans le n° 22 du t. XCVII des *Comptes rendus* (26 novembre 1883), M. Mascart a publié sous le titre : « Sur une boussole magnétique à induction », un article dans lequel il fait mention de la méthode que j'ai indiquée pour l'emploi de cet instrument, mais son exposé pourrait faire croire que ma méthode ne comporte qu'une complication assez inutile de l'ancienne méthode de M. Weber. Qu'il me soit permis de décrire ici mon procédé pour démontrer qu'il comporte un avantage réel sur l'ancienne méthode.

» La méthode indiquée par M. Weber pour déterminer l'inclinaison magnétique à l'aide de courants induits dans une bobine par les composantes horizontale et verticale du magnétisme terrestre est d'une expérimentation très facile et très exacte et ne demande pas un calcul compliqué. Elle est plus simple que les modifications que M. Mascart et moi avons indiquées, parce qu'elle ne demande pas un cercle divisé et que l'orientation et le nivellement de l'axe de la bobine induite restent à peu de chose près les mêmes pour les trois méthodes. De plus, elle exige pour l'exécution moins de temps que la détermination de l'inclinaison avec une boussole ordinaire d'inclinaison à aiguilles aimantées et donne pourtant des résultats plus constants. Si son emploi n'est pas plus répandu, cela tient surtout à ce que l'appareil demande pour son installation plus de temps et un lieu convenable.

» Dans plusieurs observatoires où l'on a introduit la boussole à induction, on avait trouvé d'assez grandes différences (jusqu'à 15′) entre les inclinaisons déduites de ces expériences et celles obtenues avec les boussoles ordinaires, et l'on était généralement disposé à donner la préférence aux premières, comme impliquant moins de sources d'erreurs. Par des recherches plus approfondies à l'Observatoire de Pawlowsk, avec deux boussoles à induction de construction différente et une très bonne boussole à aiguilles de Dover, j'ai le premier démontré que cette supposition était erronée, et que la plus grande partie de l'erreur provenait des boussoles à induction. L'une des deux boussoles que j'ai employées donnait une différence de 15′ et l'autre seulement une de 5′, en comparaison avec une même boussole d'inclinaison ordinaire. Dans le Mémoire (*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XXVI, n° 8, novembre 1878) où j'ai décrit ces expériences, j'ai ensuite démontré que

l'erreur provenait de ce que les déviations des galvanomètres employés ordinairement dans ces expériences n'étaient pas rigoureusement proportionnelles à l'intensité du courant, même lorsque ces déviations n'atteignent que 2° à 3°,5. Il fallait donc, pour éviter ces erreurs, ou déterminer la fonction d'après laquelle varie la sensibilité du galvanomètre avec la déviation et développer la théorie de l'oscillation d'un aimant dans un galvanomètre sous de telles conditions, ou trouver une méthode d'opération avec la boussole à induction qui fût indépendante de cette non-constance de la sensibilité du galvanomètre.

» C'est M. Chwolson, à Saint-Pétersbourg, et un peu plus tard M. Schering, à Göttingue, qui ont entrepris de modifier la théorie de l'amortissement d'un aimant oscillant dans un galvanomètre, en prenant en considération sa sensibilité variable avec l'angle. M. Chwolson a, de plus, communiqué dans ses Mémoires à ce sujet (*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XXVI, n° 4, 1879, et t. XXVII, n° 3, 1880) la détermination des fonctions de sensibilité pour les deux galvanomètres que j'avais employés dans mes recherches et en a déduit ensuite, d'après sa théorie, les corrections à appliquer à mes résultats. Il a trouvé de cette manière que les différences entre les indications de la boussole à induction et de la boussole ordinaire à aiguilles se réduisaient, pour l'un des instruments, de 15′ à 0′,6 et, pour l'autre, de 5′ à 0′,6.

» De mon côté, j'ai cherché à surmonter cette difficulté en expérimentant de façon à rendre les déviations à peu près égales dans les deux opérations. On y parvient en fixant l'axe de rotation de la bobine dans deux positions, qui fassent avec la direction de la force totale du magnétisme terrestre le même angle des deux côtés. Les déviations de l'aimant du galvanomètre changent alors de sens, mais elles sont à peu près égales dans les deux cas, et la variabilité de la sensibilité avec l'angle de déviation est alors éliminée du résultat. Il est vrai qu'il faut ajouter à l'instrument de M. Weber, pour la réalisation de ce procédé, un cercle divisé qui permet de lire l'angle de l'axe de rotation avec la verticale. En appelant ces angles $b_1$ et $b_2$ dans les deux opérations et $\phi_1$ et $\phi_2$ les déviations constantes du galvanomètre obtenues d'après la méthode de multiplication, l'inclinaison magnétique $i$ est donnée par la formule simple

$$\tang i = \frac{\phi_2 \cos b_1 - \phi_1 \cos b_2}{\phi_2 \sin b_1 - \phi_1 \sin b_2}.$$

» Des expériences que j'ai faites à l'observatoire de Pawlowsk (voir le

*Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XXVII, mai 1881) d'après cette méthode, en choisissant des inclinaisons de l'axe de rotation distantes seulement d'environ 1° de l'inclinaison magnétique, donnaient comme moyenne de 15 observations, pendant les mois de juin et juillet 1880, l'équation

$$\text{boussole à induction} - \text{boussole à aiguilles (Dover)} = -0'51'' \pm 11'',$$

où $\pm 11''$ représente l'erreur moyenne d'une comparaison.

» En 1881, j'ai encore perfectionné cette méthode en employant un galvanomètre dont la fonction de sensibilité était peu variable et en choisissant une fois la position verticale pour l'axe de rotation (l'angle avec la direction de la force totale est alors $90 - i'$), l'autre fois une position qui faisait avec la verticale l'angle $b = 180° - 2i'$, où $i'$ représente l'inclinaison approximative du lieu. Cette modification rend les observations beaucoup plus simples, et la formule devient alors

$$\operatorname{tang} i = \operatorname{tang} i' \left( 1 + \frac{\phi_2 - \phi_1}{2\phi_1} \frac{1}{\sin^2 i'} \right),$$

$\phi_1$ étant la déviation constante de l'aimant pour la position verticale de l'axe. L'angle $i'$ se trouve en mesurant $b$ sur le cercle divisé. Douze observations, d'après cette méthode, faites à la fin de l'année 1881 et au commencement de 1882 par trois observateurs différents, ont fourni le résultat :

$$\text{boussole à induction} - \text{boussole à aiguilles (Dover)} = -0'50'' \pm 9''.$$

Le résultat est donc presque le même, et l'on trouvera que l'exactitude de la méthode ne laisse rien à désirer.

» De plus, une détermination complète demande moins de temps qu'avec la boussole à aiguilles ($30^m$). Les recherches seront encore poursuivies avec des appareils modifiés, et surtout plus petits. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'observation des courants telluriques.* Note de M. **Larroque**. (Extrait.)

« ... En résumé, interprétant mes observations personnelles, je dis que l'intensité du courant tellurique subit des fluctuations secondaires dépendant du degré d'humidité et de la température de la bande terrestre comprise dans le circuit; que des forces électromotrices sont développées aux

contacts; que les longues lignes sont exposées à des actions secondaires pouvant provenir de leur insertion sur des zones de signe électrique contraire, de l'induction électrostatique que la Terre peut exercer sur le fil, des vicissitudes atmosphériques lorsque la ligne est aérienne et nue, et de l'induction magnétique lorsque le fil est magnétique.

» La méthode suivie par M. Blavier pour éliminer ces diverses actions secondaires, et les résultats qu'il a obtenus et dont quelques-uns, très intéressants, m'ont été obligeamment communiqués, sont hors de cause.

» Mais il existe une autre méthode, plus pratique, à mon sens, qui consiste à observer sur des lignes très courtes, lesquelles ont l'avantage de pouvoir être installées dans le local même d'un observatoire. Un réseau de quatre ou cinq lignes de quelques mètres de longueur, rayonnant autour d'un point et abritées sous un hangar ou dans une cave, répond à tous les besoins (un physicien italien, M. Galli, a fait une tentative dans ce sens). Dans ces conditions, les actions secondaires sont éliminées en grande partie, et l'on a tout avantage à se servir d'un fil très peu résistant et non magnétique. Ce dernier détail a, je crois, son importance lorsqu'on se propose de rechercher si les courants telluriques sont la cause ou l'effet du magnétisme terrestre. »

THERMOCHIMIE. — *Détermination de la chaleur de combustion de quelques acétones et de deux éthers de l'acide carbonique.* Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« Je me suis servi dans ces recherches des mêmes méthodes d'expérimentation et de calcul que dans mes travaux précédents.

» Les acétones sur lesquels j'ai opéré ont été pour la plupart préparés dans mon laboratoire, purifiés et analysés par moi.

» (*a*) *Chaleur de combustion du diéthylkétone* $\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\rangle CO$ :

| | |
|---|---|
| 1 | $8561^{cal},4$ |
| 2 | 8586,6 |
| 3 | 8559,1 |

» Moyenne, $8569^{cal},0$ pour $1^{gr}$ de substance brûlée, et pour $1^{mol}$ en grammes $736\,934^{cal}$, correspondant à l'équation

$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\rangle CO \text{ liquide} + 14\,O \text{ gazeux} = 5\,CO^2 \text{ gazeux} + 5\,H^2O \text{ liquide}.$$

» (*b*) *Dipropylkétone* $\begin{matrix} C^3H^7 \\ C^3H^7 \end{matrix}\rangle CO$ :

| | cal |
|---|---|
| 1...................... | 9216,6 |
| 2...................... | 9249,2 |
| 3...................... | 9303,6 |
| 4...................... | 9217,3 |
| 5...................... | 9235,9 |

» Moyenne, 9244^cal^,5 pour 1^gr^ de substance brûlée, et pour 1^mol^ en grammes 1 053 873^cal^, correspondant à l'équation

$$\begin{matrix} C^3H^7 \\ C^3H^7 \end{matrix}\rangle CO \text{ liquide} + 20\,O \text{ gazeux} = 7\,CO^2 \text{ gazeux} + 7\,H^2O \text{ liquide.}$$

» (*c*) *Diisopropylkétone* $[CH(CH^3)^2]^2CO$ :

| | cal |
|---|---|
| 1...................... | 9141,4 |
| 2...................... | 9196,8 |
| 3...................... | 9189,4 |
| 4...................... | 9162,1 |

» Moyenne, 9172^cal^,4 pour 1^gr^ de substance brûlée, et pour 1^mol^ en grammes 1045654^cal^, correspondant à l'équation

$$\begin{matrix} CH(CH^3)^2 \\ CH(CH^3)^2 \end{matrix}\rangle CO \text{ liquide} + 20\,O \text{ gazeux} = 7\,CO^2 \text{ gazeux} + 7\,H^2O \text{ liquide.}$$

» (*d*) *Méthylhexylkétone* $\begin{matrix} CH^3 \\ C^6H^{13} \end{matrix}\rangle CO$ :

| | cal |
|---|---|
| 1...................... | 9486,0 |
| 2...................... | 9454,9 |
| 3...................... | 9460,4 |

» Moyenne, 9467^cal^,1, dégagées dans la combustion de 1^gr^ de substance et dans la combustion de 1^mol^ en grammes 1211789^cal^, dégagées suivant l'équation

$$C^8H^{16}O \text{ liquide} + 23\,O \text{ gazeux} = 8\,CO^2 \text{ gazeux} + 8\,H^2O \text{ liquide.}$$

» Il suit de ces recherches :

» (*a*) Que les différences entre les chaleurs de combustion des acétones isomères dipropyliques et diisopropyliques sont de 1053873^cal^ et 1045654^cal^ = 8219^cal^, ce qui fait à peu près 0,8 pour 100 des nombres correspondants, et ne dépassent pas la limite d'erreur de ce genre d'expériences. Donc, encore une fois, il y a confirmation de cette règle générale que les corps isomères de même fonction chimique dégagent dans

leur combustion approximativement les mêmes quantités de chaleur.

» (*b*) Les différences entre les chaleurs de combustion des acétones homologues sont : entre le dipropylkétone 1053873<sup>cal</sup> et le diéthylkétone, 736954<sup>cal</sup> = 316969<sup>cal</sup> pour $2CH^2$ et pour $CH^2$, 158460<sup>cal</sup>; entre le méthylhexylkétone 1211789<sup>cal</sup> et le dipropylkétone 1053873<sup>cal</sup>, ce qui fait pour $CH^2$, 157916<sup>cal</sup>, nombres qui se rapprochent beaucoup de ceux observés dans d'autres séries homologues.

» J'ai étudié également les chaleurs de combustion des deux éthers de l'acide carbonique :

» (*a*) *Ether méthylcarbonique* $\begin{matrix} CH^3O \\ CH^3O \end{matrix}\!\!>CO$ :

| | cal |
|---|---|
| 1 | 3784,97 |
| 2 | 3785,80 |
| 3 | 3753,70 |
| 4 | 3772,90 |

» Moyenne, 3774<sup>cal</sup>,34 pour 1<sup>gr</sup> d'éther brûlé, et pour 1<sup>mol</sup> en grammes 339691<sup>cal</sup>, dégagées suivant l'équation

$$C^3H^6O^3 \text{ liquide} + 6O \text{ gazeux} = 3CO^2 \text{ gazeux} + 3H^2O \text{ liquide}.$$

» (*b*) *Ether éthylcarbonique* $\begin{matrix} C^2H^5O \\ C^2H^5O \end{matrix}\!\!>CO$ :

| | cal |
|---|---|
| 1 | 5462,3 |
| 2 | 5428,3 |
| 3 | 5433,9 |
| 4 | 5446,5 |

» Moyenne, 5442<sup>cal</sup>,8 pour 1<sup>mol</sup> de cet éther brûlé, et pour 1<sup>mol</sup> en grammes 642250<sup>cal</sup> dégagées suivant l'équation

$$C^5H^{10}O^3 \text{ liquide} + 12O \text{ gazeux} = 5CO^2 \text{ gazeux} + 5H^2O \text{ liquide}.$$

» On déduit de ces expériences pour les différences entre les chaleurs de combustion de ces deux éthers homologues 302559<sup>cal</sup> pour $2CH^2$ et 151280<sup>cal</sup> pour $CH^2$. Donc, c'est un peu moins que dans d'autres séries homologues.

» En comparant les chaleurs de combustion des éthers de l'acide carbonique dont les formules sont symétriques avec celles de l'acétone ordinaire pour l'un et du diéthylkétone pour l'autre, et n'en diffèrent que par les deux atomes d'oxygène qui s'ajoutent dans les éthers aux radicaux alcooliques, on trouve que l'introduction de ces deux atomes d'oxygène a

amené une diminution dans les chaleurs de combustion de 424000^cal^ (acétone) à 339691^cal^ (éther méthylcarbonique) = 84310^cal^ pour 2O et pour 1^at^ d'oxygène 42155^cal^.

» En comparant de la même manière les chaleurs de combustion de l'éther éthylcarbonique et du diéthylkétone, on trouve que l'introduction des deux atomes d'oxygène amène, dans ce cas, une diminution dans la chaleur de combustion de 736934^cal^ (diéthylkétone) à 642250^cal^ (éther éthylcarbonique) = 94684^cal^ pour les 2^at^ d'oxygène introduits dans la formule de l'éther et pour 1^at^ d'oxygène 47342^cal^, nombre légèrement supérieur à celui trouvé précédemment; néanmoins, comme ces différences sont prises sur des nombres considérables, elles ne dépassent pas de beaucoup les limites des erreurs de ce genre d'expériences. »

CHIMIE. — *Sur les phénomènes de dissociation.* Note de M. **Isambert**, présentée par M. Debray.

« Comme conséquence de mes recherches expérimentales sur la dissociation, j'ai été conduit à chercher s'il ne serait pas possible de réunir les faits connus par une théorie simple basée sur les données thermiques, qui permettent seules de se rendre compte des phénomènes de la Chimie.

» Quand la décomposition d'un corps ne donne pas naissance à un gaz ou à une dissolution, il ne saurait se produire de phénomène de dissociation. La réaction est réglée par la loi générale formulée par M. Berthelot : $Q_T = Q_t + u - v$; $Q_T$ et $Q_t$, chaleurs de combinaison aux températures T et $t$, et $u - v$, différence des chaleurs absorbées par le composé et ses éléments pour passer de $t$ à T. La combinaison subsiste tant que $Q_T$ est supérieur à zéro; elle est complètement détruite si cette quantité devient inférieure à zéro.

» Le phénomène change de caractère lorsqu'on est en présence d'un liquide qui dissout un ou plusieurs des produits de la décomposition; à la même température, $Q_T$ varie alors avec la concentration de la dissolution. La décomposition est arrêtée quand l'élément libre est en dissolution assez concentrée pour que la chaleur produite dans la recombinaison fasse équilibre à l'action décomposante du dissolvant. Ce phénomène a été nettement étudié par M. Berthelot et M. Ditte dans les décompositions par l'eau des éthers, de l'azotate de bismuth, du sulfate de mercure, etc.

» Le cas le plus difficile est celui dans lequel la décomposition donne naissance à un élément gazeux : la différence $Q_T - Q_t$ se compose alors non

seulement de $u - v$, mais, en outre, d'un terme représentant la chaleur qui correspond au travail mécanique produit. L'expérience nous apprend que la tension maximum, constante à la même température, va en augmentant d'une façon régulière avec la température, suivant les mêmes lois que les forces élastiques des vapeurs; V étant le volume d'un équivalent à la température T et à la pression H, T et $t$ les températures auxquelles correspondent les pressions H et $h$, le travail développé par le gaz est

$$\mathrm{VH}\,\mathcal{L}\frac{\mathrm{H}}{h},$$

$\mathcal{L}$ représentant les logarithmes népériens. La formule qui donne le poids d'un gaz, en évaluant en kilogrammes la pression normale, donne

$$\mathrm{VH} = \frac{p(1 + \alpha \mathrm{T})\,10333}{1,293 \times d}.$$

En appelant E l'équivalent mécanique de la chaleur, on a

$$\frac{\mathfrak{G}}{\mathrm{E}} = \mathrm{A}(1 + \alpha \mathrm{T})\,\mathcal{L}\frac{\mathrm{H}}{h} = \mathrm{B}.$$

Pour qu'il n'y ait aucun changement, ni dégagement de gaz, ni condensation, $u - v + \mathrm{B} = 0$ et alors $\mathrm{Q_T} = \mathrm{Q}_t$. Mais $u - v$ est proportionnel à $\mathrm{T} - t$: la relation devient donc

$$(a) \qquad \log\frac{\mathrm{H}}{h} = m\,\frac{\mathrm{T} - t}{1 + \alpha \mathrm{T}}.$$

L'égalité $u - v + \mathrm{B}$ peut s'énoncer d'une manière très nette; elle indique que la chaleur perdue par suite de la différence des chaleurs spécifiques a été transformée intégralement en travail extérieur. Quant à la formule $(a)$, elle fournit la relation théorique qui relie entre elles les quantités H, $h$, T et $t$, cette relation dépendant, en outre, des chaleurs spécifiques et de $\alpha$, coefficient de dilatation des gaz, qui est le plus souvent fonction de T et de H.

» Cette formule générale s'applique aussi bien à la condensation des vapeurs qu'à la combinaison des gaz avec les solides ou les liquides, phénomènes très voisins l'un de l'autre. Dans le premier cas, on a en effet

$$\lambda_{\mathrm{T}} = \lambda_t + u - v;$$

dans le second cas,

$$\mathrm{Q_T} = \mathrm{Q}_t + u' - v = a + \lambda_t + u' - v;$$

à une température suffisamment élevée, $Q_{T_1} = \lambda_t$; le gaz liquéfié et le gaz combiné répondent au même dégagement de chaleur quand les températures sont respectivement $t$ et $T_1$; les forces élastiques maxima sont alors les mêmes; quand les températures changent, ces tensions suivent la loi ($a$), et pour une même différence de température on a

$$\log \frac{H}{h} = D \frac{T - t}{1 + \alpha T}$$

et

$$\log \frac{H'}{h} = D \frac{T - t}{1 + \alpha T_2};$$

$T_2$ étant supérieur à T, on a $H' < H$, et la différence est d'autant plus sensible que $T_1 - t$ est plus grand. L'expérience nous montre précisément qu'il en est toujours ainsi : les courbes des forces élastiques ou des tensions maxima s'éloignent d'autant plus vite de l'axe des $x$ que les températures qui correspondent à une même pression initiale sont plus basses.

» Du reste, les formules logarithmiques, telles que ($a$), sont celles qui représentent le mieux la variation des forces élastiques des vapeurs; cette expression revient à la formule de Roche. Il est bon de remarquer que les gaz étrangers n'exerceraient aucune action, car leur pression ne saurait modifier la chaleur de combinaison ou de condensation du gaz soumis à l'expérience.

» Ces données permettent d'arriver sans peine aux formules qui règlent la dissociation des corps, tels que le bisulfhydrate d'ammoniaque, qui se décomposent en donnant des volumes égaux des gaz composants. A une température T, dans le vide, on a, pour chaque gaz, d'après la formule ($a$),

$$\log \frac{H}{760} = a, \quad \log \frac{H}{760} = a',$$

la pression totale étant $2H$. A la même température, l'un des gaz étant en excès, on a

$$\log \frac{H'}{760} = a_1, \quad \log \frac{H''}{760} = a'_1;$$

l'équilibre correspondant à l'égalité de chaleur dégagée par le travail mécanique sera obtenu si $a + a' = a_1 + a'_1$; on a donc

$$2 \log \frac{H}{760} = \log \frac{H'}{760} + \log \frac{H''}{760} \quad \text{ou} \quad H^2 = H'H''.$$

C'est la loi qui a été donnée en partant de considérations théoriques très

différentes, et que j'ai vérifiée par l'expérience pour le bisulfhydrate d'ammoniaque et d'autres corps de même composition.

» On arrive de même à la relation qui donne la loi de dissociation alors que les volumes gazeux résultant de la décomposition sont inégaux. Ainsi, pour le carbonate anhydre d'ammoniaque, la dissociation dans le vide donne deux volumes de gaz ammoniac pour un d'acide carbonique. A la température T, on aura les deux relations suivantes :

$$\log \frac{H}{760} = a, \quad 2 \log \frac{H}{760} = 2a_1.$$

En présence d'un excès de l'un ou de l'autre gaz, H′ étant la tension de l'acide carbonique, H″ celle du gaz ammoniac,

$$\log \frac{H'}{760} = a', \quad 2 \log \frac{H''}{760} = 2a''.$$

En égalant $a + a''$ à $a + 2a_1$, on a $H^3 = H'H''^2$. C'est ici encore la loi que j'ai vérifiée expérimentalement.

» Ainsi, en partant de cet énoncé très simple, la chaleur qui disparaît en vertu des différences de chaleurs spécifiques se transforme totalement en travail extérieur; on arrive à des lois simples qui sont rigoureusement vraies pour les gaz parfaits et d'autant plus approchées que les gaz sont plus éloignés de leur point de liquéfaction. Ces lois, qui s'appliquent à la liquéfaction comme à la combinaison des gaz, seront donc mieux vérifiées par l'expérience dans le cas des phénomènes de dissociation.

» J'espère présenter bientôt à l'Académie quelques nouvelles réflexions sur ces études générales, mais je ne saurais oublier de formuler ici une conséquence immédiate de ces recherches. La dissociation résultant de variations dans la valeur de $u - v$, ou des chaleurs spécifiques, est un phénomène régulier, et il ne saurait y avoir discontinuité, si ce n'est quand $u - v$ éprouve des variations brusques, par suite d'une transformation isomérique par exemple. »

CHIMIE. — *Sur la préparation du sulfate de sesquioxyde de chrome pur.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« L'oxyde de chrome calciné peut facilement être obtenu très pur, mais l'acide sulfurique concentré et bouillant, le seul acide qui le dissolve en quantité appréciable, n'en dissout encore que si peu, même après une

longue ébullition, que cette méthode n'est point possible pour la préparation du sulfate; il faut opérer avec l'hydrate, et le sel le plus convenable à cet effet est le bichromate. Les aluns de chrome eux-mêmes, pour des raisons que l'étendue de cette Note ne permet pas de donner, se prêtent moins bien à la préparation du sulfate pur.

» Le bichromate purifié par plusieurs cristallisations est redissous et la solution traitée par un courant de HS. L'oxyde $CrO^2$, qui se précipite d'abord, se transforme peu à peu en hydrate de sesquioxyde mélangé de soufre, qui se sépare dès le commencement de la réaction. En solution, reste la potasse à l'état de sulfate, d'hyposulfite et de sulfhydrate de sulfure avec un peu de soufre. C'est au dernier composé que le liquide doit sa réaction alcaline et sa teinte jaune, qui pourrait faire croire, lorsqu'on opère avec des dissolutions étendues, à la présence de chromate neutre en solution. L'aspect de la liqueur et les rapports de poids des différents composés oxygénés de soufre formés, varient d'ailleurs avec les conditions de l'opération, notamment l'état de concentration et la température.

» A l'origine, il ne se forme que du sulfate; l'hyposulfite n'apparaît que dans la dernière période d'oxydation.

» En opérant à froid, le quantité de chrome qui reste dans la liqueur est fort minime, et la précipitation du chrome est *totale*, si l'on opère à chaud, ou même en portant simplement à l'ébullition après saturation par HS ([1]).

» L'hydrate est alors lavé d'abord à froid, puis à chaud, en le mettant en suspension dans de l'eau bouillante, qu'on renouvelle jusqu'à ce qu'elle ne noircisse plus par l'action de quelques gouttes de nitrate d'argent.

» Si l'opération a été bien conduite, on peut avoir ainsi de l'hydrate de sesquioxyde de chrome, absolument exempt de potasse, et ne retenant en combinaison que de petites quantités de composés oxygénés du soufre, qui ne présentent aucun inconvénient pour la préparation du sulfate pur.

» On peut en effet retrouver dans l'oxyde de chrome des traces d'alcali, même à l'état de sel, de sulfate par exemple, d'une manière très simple. On calcine l'oxyde à examiner, à haute température, dans un moufle à

---

([1]) Je signale ce fait, parce que H. Rose, dans son *Traité d'Analyse,* dit qu'il est *absolument nécessaire* d'ajouter de l'acide libre, même dans une dissolution d'acide chromique pur dans l'eau, si l'on veut le réduire complètement à l'état de $Cr^2O^3$ par HS. L'assertion est donc contraire à la réalité.

atmosphère oxydante, et ensuite on arrose l'oxyde refroidi avec un peu d'acide nitrique pur étendu. La présence de l'alcali est dénoncée par la teinte jaune que prend le liquide et due à l'acide chromique formé. Dans le doute, on peut caractériser la présence de cet acide plus nettement encore, en évaporant à siccité le liquide filtré et additionné d'une goutte de nitrate d'argent. Par l'évaporation de l'acide nitrique où le chromate d'argent est soluble, ce sel apparaît alors avec sa couleur rouge caractéristique. Dans le cas où l'oxyde de chrome est pur, il ne se produit aucune coloration, car l'action de l'air seul est insuffisante pour transformer l'oxyde $Cr^2O^3$ en acide chromique.

» Ce contrôle, par l'acide nitrique, est une précaution que l'on ne doit jamais omettre pour vérifier la pureté de $Cr^2O^3$ quand on le dose en présence des alcalis.

» Il y a plus, si la quantité de sel alcalin est sensible et *a fortiori* un peu notable, cas qui se présente en calcinant *fortement* l'alun de chrome potassique, *il y a perte d'oxyde de chrome*. Le bichromate, formé par l'action de $Cr^2O^3$ sur le sulfate alcalin en atmosphère oxydante, perd au rouge de l'acide chromique par volatilisation, et à l'état de vapeur cet acide $CrO^3$, étant soustrait à l'influence de l'acali, qui s'opposait à sa destruction, se décompose et l'on trouve les parois supérieures du creuset et souvent celles du moufle tapissées de lamelles cristallines de l'oxyde $Cr^2O^3$. Cette expérience de *volatilisation apparente* du sesquioxyde de chrome réussit naturellement très bien avec le bichromate de potasse, et l'on ne peut parer à cette volatilisation que si l'acide chromique est en présence d'un excès d'alcali, ou au moins à l'état de chromate neutre.

» L'hydrate de chrome, une fois purifié et essoré, est dissous dans la quantité minimum d'acide nitrique, qui par l'action de la chaleur fournit le sel violet. A la liqueur refroidie on ajoute ensuite un léger excès d'acide sulfurique étendu et, dans ces conditions, on précipite le sulfate de chrome violet par addition d'alcool, puisque la variété verte seule y est soluble. On filtre rapidement le sulfate pour éviter de le laisser en présence du liquide qui peut s'échauffer, par suite de l'action de l'acide nitrique sur l'alcool. Le sel essoré et redissous dans l'acide sulfurique très étendu est précipité une seconde fois et l'on termine la purification par deux redissolutions dans l'eau pure et deux séparations par l'alcool, en essorant le produit après chaque opération.

» De même que, pour l'alumine, on recueille de préférence les derniers cristaux qui se forment et sont constitués par de petits feuillets nacrés, car

de la sorte, si le produit pouvait encore renfermer des traces de potasse, comme les aluns sont beaucoup moins solubles que les sulfates des sesquioxydes dans les liqueurs alcooliques, on les éliminerait par cette méthode de sélection, en rejetant les premiers cristaux formés.

» Comme le sulfate de sesquioxyde de chrome présente la même particularité que celui d'alumine, c'est-à-dire de retenir encore à 440° et même dans le vide, et cela très énergiquement, de petites quantités d'acide sulfurique en excès, cette méthode est la seule certaine pour avoir un sel correspondant à la formule $Cr^2O^3, 3SO^3$.

» Une seconde méthode de préparation du sulfate de sesquioxyde de chrome consiste à traiter par l'eau un poids donné d'acide chlorochromique, à le réduire peu à peu, en évitant avec soin toute élévation de température, par des additions ménagées d'alcool, puis à ajouter à froid, de manière à conserver la variété violette du sel, de l'acide sulfurique étendu de 2 à 3 volumes d'eau, et en quantité déterminée, puisqu'on part d'un poids connu d'acide chlorochromique, pour transformer en sulfate tout le sesquioxyde de chrome. En opérant ainsi avec des produits tous volatils, on peut donc encore obtenir un sulfate propre à des déterminations du genre de celles qui m'occupent; car, pour le purifier, il suffit de le soumettre à la méthode des précipitations successives par l'alcool.

» Dans la prochaine Note, j'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats numériques que m'ont donné mes déterminations d'équivalent avec ces sulfates de chrome. »

CHIMIE. — *Sur la densité de l'oxygène liquide.* Note de M. **Menges.** (Extrait.)

« Pour déterminer la densité de l'oxygène liquide, je propose la méthode suivante :

» Le tube de l'appareil Cailletet plonge en partie dans un liquide froid; le reste du tube est entouré par un liquide à la température ambiante. Soient $v$ le volume du gaz liquéfié et V celui de la partie gazeuse. Si $d$ est la densité du liquide et Q le poids total, on peut poser

$$(\alpha)\qquad Q = vd + Vx.$$

» Avec le même tube, on fait une seconde expérience, mais avec une longueur moindre dans le liquide froid. En abaissant le mercure, on diminue la quantité de gaz liquéfié jusqu'à ce que le volume de la partie gazeuse, entouré par le liquide froid, soit le même qu'auparavant. Si le volume

total de la partie gazeuse est maintenant $V + V_1$, et $v_1$ le volume liquide, on a

$$(\beta) \qquad Q = v_1 d + V x + V_1 d_1,$$

$d_1$ étant la densité du gaz dans la partie du tube voisine du mercure. Cette densité est connue, puisqu'on connaît la pression, et la température est celle du liquide qui entoure cette partie du tube. Ces deux équations donnent

$$d = \frac{V_1 d_1}{v - v_1}.$$

» La méthode employée par M. Wroblewski (voir *Comptes rendus*, séance du 16 juillet 1883), et dont il vient d'indiquer les détails dans les *Annalen der Physik und Chemie*, t. XX, p. 860, repose sur une supposition qui n'est pas justifiée. M. Wroblewski fait deux expériences, l'une avec l'oxygène, l'autre avec l'acide carbonique. Cela donne les deux équations

$$(1) \qquad Q_1 = V_1 d_1 + q_1,$$

$$(2) \qquad Q_2 = V_2 d_2 + q_2,$$

$q_1$ et $q_2$ étant les quantités restées gazeuses.

» Ces deux équations donnent

$$(3) \qquad d_1 = d_2 \frac{v_2 Q_1}{v_1 Q_2} + \frac{q_2 Q_1 - q_1 Q_2}{v_1 Q_2}.$$

Il admet que le second terme est négligeable; il reste alors

$$(3_a) \qquad d_1 = d_2 \frac{v_2 Q_1}{v_1 Q_2}.$$

» Cette supposition revient à admettre que les quantités restées gazeuses sont proportionnelles aux quantités des gaz. Cette supposition me semble invraisemblable, à cause de la grande différence des températures (130° C.) pour les deux gaz. M. Wroblewski calcule la valeur du terme qu'il néglige, mais ce calcul ne prouve rien, car il se sert de la valeur de $d_1$ tirée de la formule ($3a$), c'est-à-dire de la formule (3), *dans laquelle on a admis que le terme qu'il s'agit de calculer est égal à zéro*. Il est donc *évident* qu'on obtiendra toujours zéro pour le terme négligé.

» La valeur exacte de la densité de l'oxygène liquide est donc encore à déterminer, et il me semble qu'on peut l'obtenir par la méthode que j'ai indiquée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthylate ferrique et l'hydrate ferrique colloïdal.* Note de M. **Ed. Grimaux**, présentée par M. Wurtz.

« Lorsqu'on fait réagir une molécule de chlorure ferrique dissous dans l'alcool absolu sur six molécules d'éthylate de sodium, il se forme immédiatement un précipité de chlorure de sodium et une solution limpide d'un rouge brun très foncé, qui ne renferme plus de chlore. Tout le fer se trouve dissous dans l'alcool à l'état d'éthylate ferrique.

» Cette solution, faite avec $3^{gr},25$ de chlorure ferrique dissous dans $25^{cc}$ d'alcool absolu et $1^{gr},40$ de sodium dissous dans le même poids d'alcool, peut être distillée au bain-marie sans altération; il reste une masse noire, pâteuse, soluble dans l'alcool absolu, la benzine, le chloroforme, l'éther, de pétrole et l'alcool méthylique. Mais, si l'on chauffe ce résidu dans le vide, de manière à enlever les dernières traces du dissolvant, il se sépare une poudre brune qui est formée d'hydrate ferrique; la petite quantité d'eau que pouvait encore retenir l'alcool ou qu'il a prise pendant les manipulations, réagit sur l'éthylate ferrique et le décompose presque entièrement. En ayant la précaution d'opérer les filtrations dans l'air sec, on parvient à n'avoir pas une décomposition totale : le produit ne donne à l'analyse que 18,5 pour 100 de carbone.

» La solution alcoolique d'éthylate ferrique n'est pas précipitée par un courant de gaz ammoniac sec; avec l'acide carbonique sec elle donne immédiatement un précipité brun ocracé; l'hydrogène sulfuré sec fournit du sulfure ferreux. Le ferrocyanure de potassium se comporte avec elle comme le ferait l'eau et précipite de l'hydrate ferrique.

» L'action de l'eau est différente suivant les proportions employées; la solution alcoolique, abandonnée à l'air ordinaire, absorbe rapidement l'humidité atmosphérique et donne une coagulation épaisse d'hydrate ferrique; l'addition d'une petite quantité d'eau amène immédiatement le même résultat. Si l'on verse la solution alcoolique d'éthylate ferrique dans un excès d'eau, on obtient des liqueurs limpides qui présentent les caractères des solutions de l'hydrate de fer colloïdal décrit par Graham. Elles se coagulent spontanément, au bout d'un temps plus ou moins long, ou rapidement par l'action de la chaleur; elles précipitent par l'addition d'un grand nombre de corps, tels que : acide carbonique, acide sulfurique, acide tartrique, azotate, chlorure, bromure et ferrocyanure de potassium, chlorure de sodium, de baryum, eau de baryte, carbonate de soude; l'eau de rivière amène également la précipitation. Il n'y a aucun trouble par

l'addition d'acide acétique, d'acide azotique, d'acide chlorhydrique et d'ammoniaque. L'hydrogène sulfuré donne un précipité noir.

» Pour compléter les notions que nous devons à Graham sur les coagulations de l'hydrate de fer colloïdal, j'ai étudié les conditions dans lesquelles cette coagulation a lieu avec de l'hydrate de fer colloïdal provenant de la décomposition de l'éthylate ferrique. Cette étude montre que la dilution retarde la coagulation, qui exige un temps d'autant plus long et une température d'autant plus élevée que la solution est plus étendue.

» *Influence du temps sur la coagulation.* — La température de l'eau étant de 12° et celle du laboratoire de 19°, on observe :

| Par addition d'eau. | Temps de coagulation. |
|---|---|
| $\frac{1}{2}^{vol}$ | Immédiate |
| $1^{vol}$ | $1^m$ |
| $2^{vol}$ | $17^m$ |
| $3^{vol}$ | $50^m$ |
| $4^{vol}$ | $2^h 15^m$ |
| $5^{vol}$ | $4^h 10^m$ |
| $6^{vol}$ | $5^h 30^m$ à $6^h$ |
| 7 et $8^{vol}$ | après $12^h$ environ |
| $10^{vol}$ | $23^h$ |
| $15^{vol}$ | $3^j$ |

» *Influence de la chaleur.* — Ces chiffres ne sont qu'approximatifs : la coagulation dépend aussi de la température. Une température basse la retarde; ainsi des solutions qui se coagulent en vingt heures dans le laboratoire mettaient deux fois plus de temps quand on les abandonnait à l'air extérieur, à une température variant entre 5° et 8°; une solution était entièrement coagulée après huit minutes, à 14°, qui était encore limpide au bout de vingt minutes à 0°. Pour établir l'influence de la température, on a déterminé la coagulation de solutions de richesses diverses en les chauffant au bain-marie :

| Par addition d'eau. vol | Température de coagulation. |
|---|---|
| 2 | 60° |
| 3 | 64° à 65° |
| 4 | 71° à 74° |
| 5 | 78° à 79° |
| 6 | 81° à 82° |
| 7 | 85° |
| 8 | 91° |
| 9 | 94°,5 |
| 10 | ébullition |

» Les solutions à $15^{vol}$ ne se coagulent qu'après une ébullition de quatre heures au réfrigérant ascendant.

» Ces chiffres ne sont aussi qu'approximatifs, car l'influence du temps se fait sentir quand on étudie l'action de la chaleur; la coagulation a lieu à une température plus basse si le bain-marie est échauffé lentement; une solution qui se coagule à 64° et 65° immédiatement, et en cinquante minutes à 19°, se coagule en sept minutes à la température de 55°. De plus, il est difficile d'observer nettement le point de coagulation dans les diverses expériences, car elle se fait progressivement, le liquide donnant d'abord une gelée presque transparente. Enfin l'agitation accélère la coagulation ; si l'on chauffe rapidement au bain-marie, en laissant la solution au repos, la liqueur reste limpide à quelques degrés au-dessus du point habituel de la coagulation ; mais, si l'on agite à ce moment, la prise se fait immédiatement avec formation d'un coagulum contracté.

» *Nature du coagulum.* — Le coagulum d'hydrate ferrique constitue une gelée épaisse, d'abord transparente et qui retient par *affinité capillaire*, suivant la juste expression de M. Chevreul, une telle quantité d'eau qu'elle occupe tout le vase, même avec des solutions étendues. Peu à peu à froid, et plus rapidement à chaud, cette gelée se contracte, exprime une partie de l'eau qu'elle renferme et se sépare du sérum incolore qui la surnage. Cette contraction du caillot, dans les solutions étendues qui se coagulent spontanément, n'est complète qu'après plusieurs jours.

» Les faits précédents tendent à rapprocher les colloïdes minéraux des colloïdes azotés de l'organisme ; le retard de la coagulation de l'hydrate ferrique par l'abaissement de la température s'observe également dans le phénomène de la coagulation spontanée du sang. Il semble donc qu'il y ait une grande analogie entre les divers colloïdes, qu'ils soient d'origine minérale ou d'origine organique, et que les conditions de la coagulation soient du même ordre. Diverses recherches que j'ai commencées sur la silice soluble, sur l'albumine et sur un colloïde azoté de synthèse, et que j'aurai bientôt l'honneur de communiquer à l'Académie, apporteront de nouvelles preuves à l'appui de cette opinion. »

CHIMIE. — *Sur un silicate chloruré de manganèse.* Note de M. **Al. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« Lorsque l'on fait agir pendant trois quarts d'heure, à la température du rouge-cerise, un courant d'hydrogène chargé de vapeur d'eau, sur un

mélange de 20gr de chlorure de manganèse pur et de 1gr de silice précipitée, on obtient, comme résultat de l'opération, un culot rose renfermant au sein du chlorure en excès, de la rhodonite ($SiO^2MnO$), de la téphroïte, ($SiO^2MnO$) (1) et surtout un silicate chloruré (2), dont je vais avoir l'honneur d'entretenir l'Académie.

» Ce corps est rapidement dédoublé par l'eau, mais résiste bien pendant vingt-quatre à quarante-huit heures à l'action de l'alcool concentré. C'est à l'aide de ce dissolvant que l'on enlève l'excès de chlorure après avoir concassé le culot.

» Le résidu insoluble que l'on sèche sur de la porcelaine dégourdie, puis dans le vide, est un mélange de silicates simples biréfringents et de grandes lamelles à arêtes vives qui n'agissent pas sur la lumière polarisée et appartiennent au nouveau sel double.

» Il est facile de s'assurer que les cristaux préexistaient dans la masse fondue; celle-ci présente, après son refroidissement, une texture feuilletée, et l'on distingue, parmi les lames roses qui la composent, celles du chlorure qui deviennent humides à l'air sans perdre leur transparence et celles du chlorosilicate qui deviennent blanches dans le même milieu. Les premières, vues au microscope polarisant de M. Emile Bertrand, présentent une croix et des anneaux; les autres n'offrent rien de semblable.

» Le sable substitué à la silice agit comme elle, mais plus lentement; dans tous les cas, la présence du silicate acide rose auprès du chlorosilicate est nécessaire, afin d'éviter la formation d'oxychlorure ou de protoxyde vert, cristallisés, qui rendraient impossible l'analyse du sel double.

» Pour déterminer la composition du silicate chloruré, on traite rapidement la partie insoluble dans l'alcool par 50 à 100 fois son poids d'eau froide, aiguisée de $\frac{1}{100}$ à $\frac{2}{100}$ d'acide azotique pur et de quelques gouttes d'acide sulfureux; cette liqueur acide n'attaque pas sensiblement les silicates simples, et l'on trouve dans la solution nitrique filtrée tous les éléments du sel double, éléments faciles à doser par les méthodes ordinaires.

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 30 juillet 1883.

(2) M. Le Châtelier, dans sa dernière Communication à l'Académie, séance du 24 décembre, après l'exposé des propriétés du chlorosilicate de chaux, s'exprime ainsi : « On ne connaissait pas de composés semblables, etc. ». Je me permettrai de faire observer à M. Le Châtelier que dans ma Note, présentée le 3 décembre, j'ai signalé (p. 1304) l'existence d'un silicate chloruré de manganèse, sel dont j'avais sommairement fait connaître la formule, la préparation et les propriétés en novembre à la Société de Minéralogie, dont M. Le Châtelier est un membre distingué.

» Les résultats de l'analyse prouvent que le rapport de l'oxygène de la silice à celui du protoxyde de manganèse, qui lui est combiné, est : : 1 : 1,03, et celui du silicate neutre au chlorure : : 1 : 1,07 en moyenne; l'excès de chlorure provient de petits cristaux biréfringents de ce sel contenus à l'état d'inclusion dans les lamelles.

» La formule $SiO^2, 2MnO + MnCl$ répond à la composition et aux propriétés chimiques de ce composé; en atomes on pourrait l'écrire

$$SiO^4Mn''(MnCl)'^2.$$

» La synthèse de ce corps s'effectue rapidement en fondant le silicate neutre de manganèse avec un excès de chlorure dans un courant d'hydrogène sec.

» *Propriétés.* — La forme des cristaux du chlorosilicate manganeux n'a pu être déterminée exactement. Ils appartiennent certainement au premier système cristallin, puisqu'ils sont monoréfringents, mais leur apparence est si bizarre et ils sont tellement allongés qu'on ne sait à quelle forme de ce système on doit les rattacher.

» Ils sont anhydres : l'air sec est sans action sur eux; mais, exposés à l'air humide, ils en absorbent assez rapidement l'humidité et brunissent.

» Sous l'influence d'un grillage lent, le silicate chloruré perd peu à peu son chlore, sous forme d'acide chlorhydrique, à partir du rouge sombre, et laisse un résidu dans lequel on trouve à l'état de suroxyde la plus grande partie du manganèse.

» L'eau privée d'air, tout en retenant opiniâtrément quelques centièmes de chlorure, sépare un silicate neutre hydraté, d'autant plus oxydable que le lavage a été plus prolongé; si l'air intervient, la silice est mise en liberté et le manganèse suroxydé.

» Les solutions aqueuses saturées d'acide carbonique ou sulfhydrique, après une semaine de contact et d'agitation, décomposent à peu près complètement le chlorosilicate; elles dissolvent du carbonate ou du sulfure, de la silice et laissent un résidu renfermant, à l'état insoluble dans les acides et soluble dans le carbonate dissous, la plus grande partie de la silice mélangée de carbonate ou de sulfure manganeux.

» Une solution contenant la même proportion de bicarbonate de soude que l'eau de Vichy agit comme la solution carbonique.

» Dans les produits décomposés de ces divers traitements, on trouve $\frac{1}{100}$ de chlore environ; ce résultat est dû sans doute à la préservation d'une

certaine quantité de silicate chloruré par la silice qui se produit autour des cristaux.

» En résumé, l'action des agents naturels acides ou oxydants s'opérant au sein de l'eau, et celle-ci isolant peu à peu le silicate neutre sous une orme très divisée, doit être et est en effet de même espèce, mais plus énergique que celle exercée par ces agents sur le silicate neutre cristallisé.

» Dans toutes ces réactions, les silicates simples n'amènent aucune perturbation, la rhodonite parce qu'elle n'est pas attaquée, la téphroïte parce qu'elle l'est peu et qu'elle donne d'ailleurs naissance aux mêmes produits de décomposition que le chlorosilicate.

» Lorsqu'on fait agir le bromure de manganèse sur la silice dans les mêmes conditions que le chlorure, on obtient successivement les deux silicates, et enfin des cristaux monoréfringents présentant sous le microscope le même aspect que la combinaison chlorée, soluble comme elle dans les acides très étendus et renfermant du brome, du manganèse et de la silice.

» L'iodure de manganèse produit encore assez facilement les silicates simples, mais difficilement les cristaux d'iodosilicate; on les a obtenus en petite quantité en fondant la téphroïte artificielle dans un mélange d'iodure de manganèse et de potassium, qui supporte mieux l'action de la chaleur que le sel pur de manganèse.

» Ces deux nouveaux sels doubles, le dernier surtout, sont plus aisément dédoublés par l'alcool que le chlorosilicate.

» Leur étude fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *De l'influence du plâtrage sur la composition et les caractères chimiques du vin.* Note de M. **L. Magnier de la Source**, présentée par M. Wurtz.

« Amené par des recherches antérieures à reprendre l'étude de l'influence du plâtrage sur la composition et les caractères chimiques du vin, je me suis efforcé de réduire le problème à ses termes les plus simples, en plâtrant avec du sulfate de chaux chimiquement pur un vin de composition parfaitement définie.

» Je me suis fait expédier, à cet effet, de Saragosse, un poids assez considérable (environ $10^{kg}$) de raisin noir, que j'ai divisé en deux parties égales et bien homogènes. Chacune de ces parties, après écrasement des grains, a été soumise à la fermentation spontanée, l'une sans addition

d'aucun corps étranger, l'autre après addition de $100^{gr}$ de sulfate de chaux pur.

» Au bout d'environ vingt jours ([1]), la fermentation étant achevée, je soutirai les deux vins. Les ayant ensuite filtrés, je les soumis à l'analyse et j'examinai les principaux caractères de leurs matières colorantes :

» Le Tableau suivant indique les résultats obtenus :

I.

| | Action des réactifs généraux sur la matière colorante ([2]) | |
|---|---|---|
| | du vin non plâtré. | du vin plâtré. |
| Bicarbonate de sodium.......... | Liqueur jaune verdâtre. | Liqueur violacée. |
| Carbonate de sodium, à froid... | » brun marron. | » brun marron. |
| Carbonate de sodium, à chaud.. | » » | » » |
| Ammoniaque................. | » jaune verdâtre. | » jaune verdâtre. |
| Eau de baryte............... | » » | » » |
| Borax..................... | » gris marron. | » lilas vineux. |
| Alun et carbonate de sodium..... | » » | » gris marron. |
| Sous-acétate de plomb......... | Précipité jaune verdâtre. | Précipité bleu. |
| Acétate d'alumine............. | Liqueur lilas vineux. | Liqueur violacée. |
| Aluminate de potassium........ | » lilas rose. | » rose. |
| Tache produite par une goutte de vin sur un bâton de craie albuminée..................... | Tache gris marron. | Tache bleue. |

» Je dois ajouter que le vin non plâtré est d'une couleur jaunâtre, rappelant celle des vins vieux, tandis que la couleur du vin plâtré est d'un rouge vif intense, sans aucune pointe de jaune.

II.

| | Composition du vin | |
|---|---|---|
| | non plâtré. | plâtré |
| Titre alcoolique centésimal à $+15^{\circ}$........... | $12^{\circ},00$ | $12^{\circ},20$ |
| Extrait sec par litre à $100^{\circ}$.................. | $23^{gr},30$ | $27^{gr},30$ |
| Sucre réducteur, par litre.................. | 1,54 | 1,46 |

([1]) Pendant ces vingt-quatre jours la température du laboratoire ne s'abaissa jamais au-dessous de $+16^{\circ}$; elle s'éleva parfois jusqu'à $+22^{\circ}$.

([2]) Pour ce qui est des proportions et du mode d'emploi des divers réactifs dont il est ci question, voir A. Gautier, *Sophistication des vins*, p. 64 et suiv.

| | | Composition du vin non plâtré. | Composition du vin plâtré. |
|---|---|---|---|
| | | gr | gr |
| Crème de tartre, par litre [1] | | 1,94 | » |
| Acidité totale, par litre (en $SO^4H^2$) | | 2,58 | 3,10 |
| Cendres | Partie soluble | 2,060 | 5,380 |
| | Partie insoluble | 0,662 | 0,612 |
| Parties solubles | Acide carbonique ($CO^3$) | 0,5604 | 0,0765 |
| | Acide sulfurique ($SO^4$) | 0,2275 | 2,7600 |
| | Chlore | 0,1835 | non dosé |
| | Calcium | 0,0000 | 0,0377 |
| | Potassium | 1,1209 | 2,4608 |
| | Sodium | traces | traces |
| Parties insolubles | Acide carbonique ($CO^3$) | 0,2200 | 0,1450 |
| | Acide sulfurique ($SO^4$) | 0,0000 | 0,0748 |
| | Acide phosphorique ($PO^4$) | 0,2060 | 0,1945 |
| | Calcium | 0,1741 | 0,1506 |
| | Magnésium | 0,0616 | 0,0600 |

» *Conclusion.* — 1° Certains caractères chimiques de la matière colorante du vin sont modifiés par le plâtrage.

» 2° Le plâtrage n'a pas pour seul effet, ainsi qu'on le croit généralement, de décomposer la crème de tartre suivant l'équation

$$2(C^4H^5KO^6) + SO^4Ca = C^4H^4CaO^6 + SO^4K^2 + C^4H^6O^6.$$

» Par le fait du plâtrage, chaque litre de vin analysé s'est enrichi en potassium de $1^{gr},33$. Or, si ce potassium provenait de la décomposition de la crème de tartre enlevée à la pulpe de raisin, l'acidité, d'après l'équation ci-dessus, aurait dû augmenter de $1^{gr},67$ par litre (en $H^2SO^4$), tandis qu'elle a augmenté seulement de $0^{gr},52$ d'après le dosage direct.

» Le plâtrage a donc pour effet de décomposer non seulement la crème

---

(1) Après addition de $0^{gr},075$ d'acide acétique à $25^{cc}$ de vin et nouvelle précipitation, on a trouvé le même nombre, $1^{gr},94$ pour poids de la crème de tartre dans le vin non plâtré.

Après addition de $0^{gr},075$ d'acide tartrique, le poids de la crème de tartre s'est élevé à $4^{gr},46$. On voit donc que le vin non plâtré ne renferme pas de tartrate neutre de potassium, ce qui était à prévoir, mais qu'il renferme au contraire un poids considérable de potassium non combiné à l'acide tartrique.

de tartre, *mais des combinaisons organiques neutres de potassium qui existent en proportion très notable dans le raisin parvenu à maturité complète* [1].

» 3° Le plâtrage d'un vin n'augmente pas sensiblement le poids des sels de chaux qu'il renferme. »

MINÉRALOGIE. — *De la présence du diamant dans une pegmatite de l'Indoustan.* Note de M. **Chaper**, présentée par M. Fouqué.

« Jusqu'à l'époque de la découverte des mines de diamant de l'Afrique australe, ce minéral se retirait exclusivement de gîtes au sein desquels il ne s'était pas formé. On le trouvait dans des sables, graviers ou poudingues, c'est-à-dire au milieu de matériaux de transport, dont il faisait partie, provenant comme eux de roches préexistantes non déterminées.

» La découverte des mines du Griqualand-West et de leurs voisines de l'Etat libre d'Orange fit connaître l'existence du diamant dans un milieu minéralogique tout à fait nouveau.

» Ce milieu, cette boue serpentineuse éruptive, aujourd'hui consolidée, est-elle la *matrice* du diamant, ou n'en est-elle que le *véhicule?* C'est là une question sur laquelle il est malaisé de se prononcer.

» Différentes observations viennent à l'appui de l'une ou de l'autre opinion. D'un côté, on a fait la remarque que, lorsqu'on trouve un diamant incomplet, on ne retrouve jamais le ou les morceaux permettant de le reconstituer; d'où la conclusion que le minéral a été arraché à une roche préexistante dont un long transport souterrain a dissocié les éléments physiques, séparant le diamant et allant jusqu'à le fragmenter sous pression. D'autre part, la manière dont le diamant se présente dans la roche encaissante, le revêtement calcaire dont il est toujours enveloppé et qui lui est spécial à l'exclusion des autres cristaux, son association à des minéraux extraordinairement clivables, etc., font naître la pensée qu'il pourrait s'être formé dans le sein de la matière éruptive, non loin de l'orifice d'éjaculation, et soit pendant, soit même après le mouvement de la masse du fluide.

» De toutes ces remarques, aucune ne constitue un argument probant.

---

[1] Je ne saurais me prononcer avec certitude sur la nature de ces combinaisons, mais je suis porté à croire qu'une partie de potassium non combiné à la crème de tartre et déplacé par le plâtrage est unie à la matière colorante du vin.

» De toutes façons d'ailleurs, même en admettant que la roche diamantifère du Griqualand fût la roche mère du diamant, la question n'en serait pas, semble-t-il, plus avancée en ce qui concerne l'origine des diamants de l'Inde et du Brésil. Il n'existe dans ces deux contrées aucun témoin minéralogique reconnu permettant de croire que les éléments des terrains de transport à diamants aient été, même pour partie, empruntés à une roche analogue à celle de l'Afrique australe.

» Au cours de ma mission scientifique dans l'Indoustan (1882), j'ai été assez heureux pour trouver des diamants *in situ*.

» C'est dans le Naïzam, non loin de Bellary, chef-lieu d'un district de la présidence de Madras, que j'ai rencontré le diamant dans une pegmatite rose, épidotifère, où il est associé au corindon. Dans une Note géologique un peu détaillée qui paraîtra prochainement, je me propose de faire connaître toutes les circonstances de cette découverte. Quelques indications sommaires suffiront en ce moment.

» Le pays, sur de grands espaces, est entièrement dénudé; la roche apparaît au jour, nourrissant à peine çà et là quelques maigres plantes dont les racines plongent dans les interstices des éléments cristallisés attaqués par les actions atmosphériques; chaque année les pluies, parfois peu fréquentes, mais toujours torrentielles, continuent leur œuvre de destruction et remettent à vif les surfaces, en entraînant les parties superficielles suffisamment désagrégées. Ainsi s'explique que, de temps immémorial, les habitants de la localité où j'ai fait mes recherches trouvent chaque année, après la saison des pluies, des diamants sur le sol.

» L'étude de ce sol ainsi dénudé est facile. On le voit traversé par de nombreux filons de matière feldspathique, d'âges divers, et quelques très rares filets de quartz épidotifère. J'ai ainsi pu m'assurer que le diamant se trouve bien dans la pegmatite rose épidotifère en place, ou dans les sables qui en proviennent. Les Indous savent par expérience qu'il ne s'en trouve pas dans les roches voisines, gneiss, granulite à amphibole, schistes micacés, etc. Mes expériences, portant sur un faible cube de matières, ne font que confirmer leurs propres observations.

» Le diamant est, en petite quantité, cristallisé et accompagné d'une plus forte proportion de corindon amorphe plus ou moins coloré. Les cristaux que j'ai pu observer étaient octaédriques; les arêtes étaient vives, mais la forme n'en avait pas la parfaite netteté des cristaux sud-africains, qui semblent s'être formés dans un milieu où la cristallisation s'opérait plus librement.

» Je crois pouvoir résumer de la façon suivante le résultat des observations qui précèdent :

» 1° Le diamant dans le Naïzam se rencontre *in situ* dans une pegmatite à orthose rose, fortement chargée d'épidote, et contenant également de l'oligoclase et du microcline. La détermination de cette roche a été contrôlée par M. Fouqué.

» 2° Il y a lieu d'admettre comme plus que probable que cette roche est celle qui a fourni les diamants contenus et exploités dans les dépôts de matériaux de transport de l'Indoustan, dépôts dans lesquels tous les rapports de témoins oculaires affirment la présence du *granite*, sans préciser de quelle roche granitoïde il s'agit.

» 3° Les proportions, généralement faibles, et en tous cas variables, de la quantité d'affleurements pegmatiques à celle des masses rocheuses différentes, expliqueraient la richesse très variable, et généralement faible, des dépôts de matériaux de transport de l'Indoustan.

» 4° Le mode de formation du diamant dans la nature paraît ne pas être unique. Il serait très difficile, en effet, de concevoir une analogie sérieusement probable entre l'état de la pegmatite fluide ou molle et celui, soit de la boue aqueuse magnésienne de l'Afrique australe, soit des roches qui ont fourni le diamant à cette dernière, et qui ne sauraient être en tous cas granitoïdes, puisqu'on ne trouve pas de fragments de cette nature.

» 5° Le diamant ayant pu se former dans une roche aussi ancienne que la pegmatite, on peut en trouver dans tous les matériaux de transport et d'érosion de tout âge provenant ou pouvant provenir de la destruction des pegmatites, c'est-à-dire dans des grès et des quartzites avec ou sans mica, dans des argiles, dans des poudingues, etc.

» 6° La présence du diamant alléguée dans les itacolumites, et reconnue dans d'autres roches sédimentaires en compagnie de quartz cristallisé, d'apatite, de rutile, de fer oligiste, etc., ne conduit donc pas à conclure nécessairement que le diamant soit ou un minéral de filon ou un minéral développé dans une pâte sédimentaire à la façon des staurotides, macles, etc. ».

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Échinides du terrain éocène de Saint-Palais (Charente-Inférieure)*. Note de M. G. COTTEAU, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« A quelques kilomètres de Royan, près du village de Saint-Palais, s'étend, sur le bord de la mer, un double lambeau de terrain tertiaire, reposant en stratification discordante sur les couches crétacées de l'étage sénonien. Ce terrain est très riche en Échinides : les espèces que nous avons déterminées sont au nombre de vingt et une, dont quelques-unes, telles que *Echinolampas dorsalis* et *Sismondia Archiaci*, sont fort abondantes.

» Huit espèces seulement, *Cidaris Lorioli, Hebertia meridanensis, Cœlopleurus Delbosi, Echinanthus Ducrocqui, Echinolampas dorsalis* et *ellipsoidalis, Schizaster Archiaci* et *Brissopsis elegans*, se sont rencontrées, sur d'autres points, dans l'éocène inférieur et ne peuvent laisser aucun doute, au point de vue paléontologique, sur l'âge des couches tertiaires de Saint-Palais.

» Sur les vingt et une espèces que nous avons reconnues, douze sont signalées pour la première fois à Saint-Palais, *Cidaris Pomeli* et *Lorioli, Hebertia meridanensis, Micropsis Orbignyi, Echinocyamus Lorioli* et *Pomeli, Echinanthus Ducrocqui, Echinolampas ellipsoidalis, Douvillei* et *Heberti, Linthia carentonensis* et *Ducrocqui*, auxquelles il y a lieu d'ajouter trois autres espèces, *Sismondia Archiaci, Echinolampas Archiaci* et *Schizaster Archiaci*, que d'Archiac avait rapportées à tort à des espèces déjà connues, mais qui nous ont paru différentes et par cela même nouvelles. Six espèces seulement, *Cœlopleurus Delbosi, Goniopygus pelagiensis, Echinolampas dorsalis, Brissopsis elegans, Echinocardium subcentrale* et *Gualtieria Orbignyi*, étaient indiquées par les auteurs comme se rencontrant dans le gisement de Saint-Palais.

» Les espèces de Saint-Palais sont réparties en douze genres : cinq font partie des Échinides réguliers et sept des Échinides irréguliers; le plus nombreux en espèces est le genre *Echinolampas*; il en renferme cinq, deux déjà décrites et trois nouvelles.

» Plusieurs types, au point de vue zoologique, méritent d'être signalés :

» HEBERTIA MERIDANENSIS, Cotteau. — Cette espèce, fort rare, n'est représentée à Saint-Palais que par un échantillon unique, mais cet exemplaire est parfaitement caractérisé par ses pores simples et ses petits tubercules crénelés et perforés, et certainement est identique à l'espèce de l'Ariège décrite et figurée dans nos *Echinides des Pyrénées*.

» GONIOPYGUS PELAGIENSIS, d'Archiac. — Dernier représentant d'un

genre abondamment répandu dans les divers étages du terrain crétacé, cette espèce offre bien tous les caractères du type et nous montre que ce genre curieux, si remarquable par la disposition de ses tubercules ambulacraires et interambulacraires, et surtout par la structure bizarre de son appareil apical, n'avait éprouvé, avant de disparaître tout à fait, aucune modification importante dans l'ensemble de ses caractères.

» Sismondia Archiaci, Cotteau. — D'Archiac avait réuni par erreur cette espèce à l'*Echinocyamus subcaudatus*, Des Moulins. Elle est fréquente à Saint-Palais, et nous avons sous les yeux un grand nombre d'exemplaires très variables dans leur forme et leur taille, mais reconnaissables à la position du périprocte, toujours placé à la même distance du bord postérieur; aucun d'eux ne saurait être rapproché de l'*Echinoc. subcaudatus* du terrain tertiaire d'Antibes.

» Echinanthus Ducrocqui, Cotteau. — Plusieurs espèces d'*Echinanthus* se rencontrent dans les terrains éocènes du midi de la France; celle qu'on trouve à Saint-Palais est fort rare et se distingue de ses congénères par sa forme élevée, subhémisphérique, arrondie en avant, dilatée et subtronquée en arrière, par sa face inférieure pulvinée sur les bords et un peu déprimée dans le sens de la longueur, par ses aires ambulacraires pétaloïdes, superficielles et très resserrées à leur extrémité, par la petitesse de son péristome.

» Echinolampas Archiaci, Cotteau. — Cet *Echinolampas* avait été confondu par d'Archiac avec une espèce de Biarritz qui nous a paru bien distincte; après avoir comparé de nombreux échantillons, nous n'avons pas hésité à considérer l'espèce de Saint-Palais comme nouvelle et parfaitement caractérisée par sa taille plus développée, par sa face supérieure plus haute et plus régulièrement bombée, par sa face inférieure bien moins concave, par les zones porifères plus étroites et formées de pores plus égaux, par son péristome s'ouvrant presque à fleur de test et par son périprocte moins large.

» Linthia carentonensis, Cotteau. — Le genre *Linthia*, avant nos recherches, n'avait pas été signalé à Saint-Palais. Nous en connaissons deux espèces : la plus remarquable est le *Linthia carentonensis*, facilement reconnaissable à sa forme carrée et trapue, à son sommet très excentrique en avant, à ses pores petits et largement espacés dans l'aire ambulacraire impaire, à ses aires ambulacraires paires antérieures droites et presque transverses, beaucoup plus longues que les aires postérieures, qui sont courtes, arquées et forment entre elles un angle aigu.

» Gualtieria Orbignyi, Agassiz. — Cette espèce est sans contredit la plus intéressante de la petite faune qui nous occupe; très anciennement connue et jusqu'ici exclusivement propre au gisement de Saint-Palais, elle constitue un Échinide très curieux, dont Agassiz, dès 1847, a fait le type d'un genre nouveau que distinguent sa forme ovoïde, arrondie en avant, tronquée en arrière, la disposition de ses aires ambulacraires, coupées aux deux tiers par un fasciole interne, et surtout les protubérances inégales, irrégulières, très accentuées, qui entourent le péristome et se prolongent sur le milieu de l'aire interambulacraire postérieure.

» Considérée dans son ensemble, la faune de Saint-Palais mérite assurément de fixer l'attention. Les Échinides ont rencontré dans ce gisement des conditions éminemment favorables à leur développement; ils dominent à l'exclusion des autres fossiles, qui sont rares et représentés seulement par quelques Mollusques. Les vingt et une espèces que nous avons étudiées ont été recueillies sur un espace relativement très restreint. Si quelques-unes d'entre elles rattachent ce dépôt aux couches les plus anciennes du terrain tertiaire, beaucoup sont nouvelles, spéciales jusqu'ici à ce gisement et lui donnent une physionomie particulière. »

M. **A. Mottez** adresse à l'Académie une brochure portant pour titre: « Réflexions sur des points de Météorologie ». Cette brochure est accompagnée d'une Note manuscrite.

M. **V. Poulet** adresse une Note sur les lueurs crépusculaires de la fin de décembre 1883 et du commencement de janvier 1884.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

## COMITÉ SECRET.

La Commission présente, par l'organe de son Président, M. Blanchard, la liste suivante des candidats à la place laissée vacante, dans la classe des Académiciens libres, par le décès de M. *de la Gournerie* :

| | |
|---|---|
| *En première ligne*. . . . . . . . . . . | M. le Vice-Amiral DE JONQUIÈRES. |
| *En deuxième ligne*, ex æquo, *par ordre alphabétique* . . . . . . . . . . . . | M. CAILLETET.<br>M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE.<br>M. E. TISSERAND. |
| *En troisième ligne*, ex æquo, *par ordre alphabétique*. . . . . . . . . . . | M. BLAVIER.<br>M. LAUSSEDAT. |
| *En quatrième ligne*, ex æquo, *par ordre alphabétique*. . . . . . . . . . . . | M. BISCHOFFSHEIM.<br>M. TRÈVE. |

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

---

### BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 JANVIER 1884.

*Rapport présenté à M. le Ministre du Commerce par l'Académie de Médecine, sur les vaccinations pratiquées en France pendant l'année* 1881. Paris, Impr. nationale, 1883; in-8°. (Trois exemplaires.)

*Ministère du Commerce. Comité consultatif d'hygiène publique de France. Rapport sur l'importation des viandes de porc salées de provenance américaine; par* M. BOULEY. Paris, Imp. nationale, 1883; in-8°. (Deux exemplaires.)

*Traité de Botanique; par* PH. VAN TIEGHEM; fasc. IX. Paris, F. Savy, 1884; in-8°.

*Notice topographique, statistique et historique sur Fontette; par* A. THÉVENOT.

Bar-sur-Seine, imp. Saillard, 1884; in-8°. (Adressé au Concours de Statistique de l'année 1884.)

*Faits et accidents météorologiques survenus à Troyes et aux environs avant 1790; par* A. Thévenot. Troyes, L. Lacroix, 1883; in-8°. (Adressé au Concours de Statistique de l'année 1884.)

*Mémoires sur la chaîne flottante des mines de fer de Dicido (province de Santander, Espagne); par* M. A. Brull. Paris, J. Baudry, 1884; in-8°.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 31 décembre 1883.)

Page 1569, ligne 15, *au lieu de* Gadeau de Nerville, *lisez* Gadeau de Kerville.

Même page, ligne 9 en remontant, *au lieu de* trente-deux grosses dents, *lisez* vingt-deux grosses dents.

(Séance du 7 janvier 1884.)

Page 34, ligne 3, *au lieu de* temps moyen de Marseille, *lisez* temps moyen de Meudon.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 21 JANVIER 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *Maurice Lévy* pour remplir la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. Bresse.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Maurice Lévy** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIOLOGIE APPLIQUÉE. — *Réflexions sur la dernière Communication de M.* P. Bert, *relative à l'anesthésie chez l'homme.* Note de M. **Gosselin.**

« S'il ne s'agissait que d'examiner l'application, dans la pratique générale, du procédé nouveau de M. P. Bert (inhalations de $8^{gr}$ de chloroforme mélangés avec $100^{lit}$ d'air, au moyen du gazomètre de M. Saint-Martin), la question serait bien vite jugée. L'appareil est encombrant, très lourd,

difficile, sinon impossible à transporter. Il ne peut donc remplacer l'outillage si simple et si inoffensif, pour ceux qui en connaissent bien l'emploi, dont nous nous servons presque tous, savoir une compresse ou un mouchoir sur lequel on verse peu à peu les doses nécessaires de l'agent anesthésique.

» Sans doute l'installation et l'emploi du gazomètre dans la salle d'opérations d'un hôpital peuvent être d'une certaine commodité. Mais à l'hôpital même, nous sommes souvent obligés d'endormir dans leur lit, et sans les déplacer, bon nombre de sujets. D'un autre côté, nous en avons beaucoup à endormir chez eux, soit à la ville, soit à la campagne, et le gazomètre, même avec les modifications que se propose d'y faire M. P. Bert, sera toujours trop volumineux et trop lourd pour que nous puissions l'emporter partout avec nous.

» A mon avis, d'ailleurs, le mélange titré de M. P. Bert pourrait bien quelque jour devenir préjudiciable à certains malades. Ce qui fait le danger du chloroforme, ce sont les susceptibilités individuelles en vertu desquelles les uns sont endormis très vite et peuvent être sidérés par des doses qui, chez les autres, amènent le sommeil beaucoup plus lentement et d'une façon inoffensive. Pour éviter les accidents dépendant de ces idiosyncrasies exceptionnelles, il faut donner le chloroforme progressivement et avec des intermittences, de manière à habituer peu à peu l'organisme, et surtout les parties délicates de l'axe encéphalo-rachidien, au contact du médicament, et à amener le sujet à cet état que nous appelons la tolérance anesthésique. Nous arrivons à ce résultat en versant d'abord une petite quantité de chloroforme ($1^{gr}, 5$ à $2^{gr}$) sur le mouchoir, plaçant ce dernier à quelques centimètres du visage et, après quelques inspirations de chloroforme largement mêlé à l'air, laissant respirer de l'air pur. Peu à peu nous augmentons la quantité que nous versons sur le mouchoir, nous rapprochons davantage ce dernier du visage et, tout en continuant les intermittences, nous les faisons de plus en plus rares, si nous constatons que la respiration et la circulation se font bien. Bref, sans pouvoir calculer exactement la proportion d'air que nous mélangeons avec l'agent anesthésique, nous donnons certainement pendant les premières minutes, celles que l'expérience a démontré être les plus dangereuses pour les sujets très susceptibles, un mélange dans lequel le médicament est, par rapport à l'air, en moindre quantité que dans le gazomètre; nous n'arrivons que progressivement, au bout de trois ou quatre minutes peut-être, aux proportions indiquées par M. P. Bert, et, quand nous y arrivons, la tolérance est établie, et nous pouvons sans incon-

vénient atteindre et même dépasser la proportion indiquée par notre savant confrère.

» Ainsi ce qui, à mes yeux, mettrait encore le procédé nouveau audessous du procédé usuel, c'est qu'il donne d'emblée une dose uniforme que je trouve trop forte pour le début des inhalations, et à laquelle on ne doit venir qu'après avoir obtenu, par des doses plus faibles et progressivement augmentées, cette tolérance qu'il faut chercher avant tout, et qu'on trouve chez tous les sujets, très vite chez les impressionnables, plus lentement chez les réfractaires.

» M. P. Bert, il est vrai, peut avoir rencontré des chirurgiens qui administrent une quantité trop grande de chloroforme, mais ils sont aujourd'hui très rares. Le plus grand nombre ont adopté les excellents préceptes de Sédillot, c'est-à-dire prennent soin de faire respirer, au commencement, beaucoup d'air avec le chloroforme, d'augmenter peu à peu les proportions de ce dernier et de faire des interruptions. J'ai, dans ces derniers temps [1], formulé avec plus de précision qu'on ne l'avait fait, les instructions de Sédillot. Il est possible que quelques imprudents aient le tort de ne pas les suivre; mais certainement l'opinion dominante aujourd'hui est qu'il faut donner le chloroforme progressivement et avec des intermittences.

» D'ailleurs, pour ceux qui continuent à donner trop de chloroforme à la fois et pour tous ceux qui, dans l'avenir, auront à se familiariser avec cette question, le procédé de M. P. Bert aura l'avantage de démontrer, beaucoup mieux que nous n'avons pu le faire jusqu'ici, et d'une façon tout à fait scientifique, combien il faut peu de chloroforme pour amener l'anesthésie. Nous n'avions à cet égard que des approximations et, tout en prescrivant les doses progressives, nous pensions que, pour obtenir et entretenir le sommeil anesthésique, il fallait introduire dans la circulation plus ou moins de chloroforme suivant les sujets, mais qu'il en fallait, terme moyen, beaucoup plus que ne nous le fait savoir aujourd'hui M. P. Bert; et bien des malheurs ont été dus à l'habitude générale qui avait été prise de faire consommer plus d'agent anesthésique qu'il n'était nécessaire pour arriver à l'insensibilité voulue. J'ai bien combattu déjà cette erreur dans mes écrits, en m'appuyant sur un procédé de M. L. Labbé, qui consiste à ne verser jamais que de très petites doses de chloroforme sur le mouchoir. Mais je n'ai pu fixer exactement la quantité qui pénètre dans l'économie, soit lorsqu'on

[1] Communication à l'Académie de Médecine, mars et avril 1882, article ANESTHÉSIE *chirurgicale* de l'*Encyclopédie internationale de Chirurgie*. Paris, 1883.

emploie ce procédé un peu lent, soit lorsqu'on emploie le procédé plus expéditif des doses plus élevées, auquel je donne la préférence.

» La Communication de M. P. Bert va sur ce point fixer les idées. Puisque son mélange à $8^{gr}$ pour $100^{lit}$ endort très bien, quelquefois sans que le malade ait consommé les $100^{lit}$, d'autres fois après une consommation supérieure à celle-là, il en résulte que, terme moyen, on peut évaluer à $7^{gr}$ ou $8^{gr}$ la quantité de chloroforme absorbée, et l'on comprendra mieux dès lors qu'il est inutile, et qu'il peut être dangereux, quand on se sert du mouchoir, de verser au hasard, comme je l'ai vu faire autrefois, des quantités qui pouvaient être évaluées à $6^{gr}$, $8^{gr}$ et $10^{gr}$.

» L'innovation de M. P. Bert, en donnant un argument nouveau à ceux qui conseillent les doses modérées en même temps que progressives, aura donc contribué à rendre de plus en plus sûr le procédé si simple auquel la majorité des chirurgiens seront toujours obligés de donner la préférence. »

*Réponse de M.* **P. Bert** *aux observations précédentes.*

« Les observations de mon savant maître, M. Gosselin, portent à la fois sur la méthode d'anesthésie par les mélanges titrés et sur l'appareil de M. le Dr de Saint-Martin, qui m'a servi à l'hôpital Saint-Louis.

» M. Gosselin reproche à cet appareil d'être volumineux, d'un maniement compliqué, d'un transport difficile. Ces critiques me semblent très exagérées, surtout pour une installation d'hôpital, mais il sera facile de les éviter; je fais construire deux gazomètres parallélépipédiques, rentrant l'un dans l'autre, qui n'occuperont que le faible volume de un hectolitre. D'autres appareils sont à l'étude qui seront bien moins encombrants encore, et qui fonctionneront d'une manière automatique. Il convient donc de réserver sur ce point le jugement définitif.

» Je ne fais cependant nulle difficulté de reconnaître que les médecins de campagne n'auront que rarement un tel appareil à leur disposition. Aussi, je me préoccupe de chercher pour eux une autre méthode d'application du chloroforme qui ne vaudra pas, tant s'en faut, celle des mélanges titrés, mais qui sera toujours supérieure à la compresse.

» Rien n'est plus simple que la compresse, je le reconnais. Mais rien n'est plus mauvais, car son emploi est l'inverse de toute précision scientifique; c'est l'à-peu-près, le tâtonnement, l'empirisme, élevés à la hauteur d'un principe.

» Je sais bien que notre savant Confrère affirme avoir, depuis quelques

années, donné de la précision à cette méthode informe, en procédant à la fois par doses progressives et par intermittences; mais son dire n'a pas été accepté par tous les chirurgiens, tant s'en faut, et une discussion récente a montré que chacun d'eux tenait à son propre procédé, affirmant sa supériorité sur celui du voisin et déclarant qu'il est, grâce à lui, à l'abri de tout danger. Cela prouve tout simplement qu'entre des mains habiles et expérimentées, avec une surveillance suffisante, le chloroforme donne rarement des accidents mortels; mais il faut précisément faire disparaître la nécessité de cette habileté et de ces précautions.

» M. Gosselin commence, dit-il, par des doses faibles. Il verse d'abord $1^{gr},50$ à $2^{gr}$, c'est-à-dire environ de *vingt à trente gouttes* de chloroforme, sur la compresse, et le malade respire au milieu de ces vapeurs. Mais, quand je pense que, pour donner à chaque inspiration la tension anesthésique et non dangereuse de vapeurs, il suffit d'*une demi-goutte* de chloroforme, je ne puis considérer comme faible cette dose de début; elle est très certainement supérieure, au moins à certains moments, à celle que j'emploie. Et comme *une goutte* introduite à chaque inspiration amènerait à coup sûr et rapidement la mort, je ne m'étonne pas que des accidents aient été signalés, je m'étonne seulement qu'ils soient moins fréquents. M. le D[r] Peyraud (de Libourne) endort ses malades avec trois gouttes de chloroforme versées sur la compresse à chaque inspiration.

» On m'objecte les idiosyncrasies : je réponds que la dose de $8^{gr}$ pour $100^{lit}$ d'air a réussi identiquement dans vingt-sept cas, où les patients étaient des plus variés par les conditions physiologiques et pathologiques. C'est peu de chose sans doute que vingt-sept cas, et l'on peut aventurer des prédictions limitées. Mais la dose de $8^{gr}$ est un minimum, puisqu'à $7^{gr}$ on n'a déjà qu'une anesthésie peu intense.

» Ce minimum, les chirurgiens le dépassent toujours, et souvent de beaucoup, en employant la compresse. Le danger, s'il y en avait, serait donc toujours moindre avec ma méthode, et il serait tout aussi facile à conjurer en éloignant momentanément l'embouchure; car, si la surveillance n'est pas nécessaire, elle n'est évidemment pas interdite. Le système des intermittences peut lui-même être facilement appliqué.

» En résumé, les chirurgiens, en se servant de la compresse, mettent en usage des tensions de vapeurs ou inefficaces, ou utiles, ou dangereuses. C'est en louvoyant avec habileté entre les doses inefficaces et les doses dangereuses qu'ils obtiennent l'anesthésie et évitent les accidents. Or, s'il faut en croire les expériences faites sur les animaux, ces doses sont rapprochées

d'une manière inquiétante. Ainsi, avec 6$^{gr}$ dans 100$^{lit}$ d'air, on ne peut pas endormir complètement un chien; avec 10$^{gr}$, l'insensibilité arrive en quelques minutes, et l'animal dort sans danger pendant une heure et demie; avec 14$^{gr}$, la mort survient en quarante-cinq minutes. Chez l'homme, pour une inspiration d'un demi-litre, ces doses représenteraient 0$^{gr}$,03, 0$^{gr}$,05 et 0$^{gr}$,07 de chloroforme. Un peu plus ou un peu moins de liquide sur la compresse, un écartement plus ou moins grand de la compresse, occasionnent des différences bien autrement considérables.

» La méthode des mélanges titrés a l'immense avantage de mettre à l'abri de toutes ces inégalités et irrégularités. La dose limite que j'emploie, étant toujours au-dessous de celles que donne la compresse, risque infiniment moins que celle-ci d'amener des accidents. En un mot, cette méthode me paraît être la seule qui puisse dégager absolument la responsabilité des chirurgiens. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Du chauffage des grandes cultures de bacilles du sang de rate.* Note de M. **A. Chauveau**, présentée par M. Bouley.

« J'ai indiqué (séance du 14 janvier) la manière d'obtenir en grandes masses les cultures de bacilles *du sang de rate* propres à subir l'action atténuante du chauffage. Il me reste à faire connaître les conditions d'exécution de cette importaute opération.

*Du degré de chauffage auquel il faut soumettre les liquides des grandes cultures pour y compléter l'atténuation.* — Voici comment on procède aux essais préalables, à l'aide desquels on détermine la mesure dans laquelle le chauffage doit intervenir pour produire l'atténuation qui rendra la matière propre à la double inoculation préventive.

» Il suffit d'extraire du flacon, après l'avoir agité, une certaine quantité de liquide. On la répartit entre une dizaine des petits récipients tubulaires utilisés par M. Pasteur pour la distribution du liquide vaccinal. Ceux que j'emploie n'ont qu'une capacité de 20$^{cc}$, et il suffit de les remplir à moitié. On peut aussi se servir de petits matras à cultures. Ces parcelles servent à expérimenter l'influence du chauffage à partir de 80°, 81° jusqu'à 89°, 90°. On place les récipients, soit dans un bain d'eau, soit dans une bonne étuve à air. Chacun d'eux est maintenu pendant une heure bien complète à la température voulue, et la culture s'atténue ainsi plus ou moins suivant cette température. Pour apprécier le degré respectif d'atténuation de ces liquides, on fait une première opération très

simple, l'ensemencement de petits matras ordinaires, chacun avec une goutte de culture. Mis à l'étuve, ces matras font connaître ceux des liquides auxquels le chauffage a fait perdre toute faculté prolifique. On sait ainsi qu'il faut exclure les températures correspondantes et choisir parmi les autres.

» A la rigueur, cette indication peut suffire : on adopte, pour le chauffage du premier liquide vaccinal, la température la plus rapprochée de celle qui fait disparaître toute activité prolifique, et pour le chauffage du deuxième liquide une température inférieure de 2° à la première. Ce sont là des liquides vaccinaux avec lesquels on obtient le maximum de sécurité pour la pratique des inoculations préventives. L'immunité ainsi communiquée est-elle suffisante? Oui, d'après mes expériences, mais la preuve certaine n'en peut être donnée que par les résultats d'une pratique étendue.

» En abaissant d'un degré encore, pour chaque liquide, la température du chauffage, l'immunité communiquée est probablement d'une plus grande résistance; peut-être est-ce celle qu'il faut rechercher, malgré les chances de pertes auxquelles expose la plus grande activité des virus. Il est facile, du reste, d'en faire l'essai sur un lot de moutons. Quand il s'agit d'une quantité de virus suffisante pour l'inoculation préventive de 4000 à 8000 moutons, on peut bien s'engager dans quelques dépenses préalables, pour déterminer le degré auquel il faut amener l'atténuation.

» Ce qui rend ces épreuves, tout au moins celles qui consistent en cultures d'essai, indispensables pour chaque cas particulier, c'est que, même en se plaçant toujours dans des conditions identiques, on n'est jamais sûr d'obtenir des cultures également atténuées dans leur virulence. Les différences qu'on observe sont plus marquées qu'avec la méthode des petites cultures. J'ai eu des cultures dont la faculté prolifique n'était pas éteinte par le chauffage à 88°, d'autres où cette faculté avait été détruite par une température de 86°. Il est donc nécessaire de déterminer pour chaque cas le degré de chauffage qu'il faut adopter. Dans la plupart des circonstances, on se trouve bien du chauffage à 84° pour la première inoculation préventive et à 82° pour la seconde. J'ai eu des cultures qui, chauffées à + 80°, constituaient un très bon premier liquide vaccinal, le second étant formé par la culture non chauffée, ou chauffée seulement à + 78°. Ce sont là de grands écarts; mais, d'après mes observations actuelles, ils sont appelés à diminuer; la possession plus parfaite des procédés tend à en rendre les résultats plus uniformes.

» *Mode de chauffage.* — Ce point a une grande importance, parce que

le chauffage atténuant des virus doit être fait avec une grande précision. Or tous les procédés sont loin de fournir des résultats sur l'exactitude desquels on puisse également compter, surtout si le chauffage porte à la fois sur une notable quantité de doses de virus. De plus, ces résultats peuvent être influencés par diverses conditions tenant à la nature du liquide virulent, à sa masse, etc.

» Pour m'en tenir au virus des grandes cultures, je dirai que le meilleur milieu chauffant est l'eau, dans laquelle il est si facile, avec un bon régulateur, d'entretenir une température constante. Les tubes entre lesquels on a distribué la matière vaccinale, à la dose de 20$^{gr}$ par tube, sont bouchés, ficelés, plongés en plein dans le milieu chauffé et portés ainsi à la température atténuante dont on a à l'avance déterminé le degré.

» Deux procédés sont en présence pour l'exécution du chauffage au sein de l'eau :

» 1° Ou bien on agit avec une très grande masse d'eau portée préalablement et entretenue à la température voulue; celle-ci baisse nécessairement au moment de l'immersion, mais elle se relève promptement si le foyer est suffisant.

» 2° Ou bien la masse de liquide chauffant est faible; on peut alors y placer les tubes avant de chauffer et élever le tout rapidement et graduellement à la température convenable.

» Dans les deux cas, celle-ci doit être maintenue pendant une heure. L'action du chauffage m'a paru régularisée et favorisée si l'on agite les tubes à virus de temps en temps, sans les sortir de l'eau et sans troubler l'équilibre de température.

» C'est le premier procédé, de beaucoup le plus commode, que j'emploie couramment. Le second est peut-être plus favorable à la production uniforme de l'atténuation; mais il exige, avec un bon instrument, une scrupuleuse surveillance pour le réglage de la température, afin d'arrêter celle-ci au point exact, sans oscillations ni tâtonnements préjudiciables au résultat de l'opération.

» *Durée de la conservation de l'activité des grandes cultures.* — Les masses de liquide atténué, fourni par les grandes cultures, m'ont procuré une fois de plus l'occasion de constater, d'une manière générale, que la durée de la conservation des propriétés de ce liquide marche en raison inverse de l'intensité de l'atténuation.

» Le fait se constate même avec les cultures non chauffées. Lorsque leur activité virulente est encore très grande, celle-ci se conserve presque aussi

bien que dans les virus forts : c'est le cas de mes premières grandes cultures, qui remontent à la fin du printemps dernier et qui, au milieu de décembre, se sont montrées à peu près aussi actives qu'au moment de leur préparation. D'autres, qui étaient à ce moment relativement peu actives, ont, au contraire, perdu beaucoup plus proportionnellement, même à la fin du deuxième mois.

» Si les cultures ont été chauffées pour complément d'atténuation, les mêmes faits se reproduisent avec des caractères encore plus marqués. Je viens d'essayer des liquides chauffés depuis quatre mois et demi; les résultats ont été à peu près identiques à ceux que j'avais obtenus immédiatement après le chauffage et qui dénotaient la possession d'une virulence encore assez active. Par contre, une culture naturellement très atténuée et chauffée de manière à être rendue absolument inoffensive, aussi bien sur le cobaye que sur le mouton, n'était plus capable, vingt-quatre jours après le chauffage, de communiquer à cet animal le même degré d'immunité qu'au moment où le chauffage avait eu lieu.

» Au point de vue de l'utilisation pratique des grandes cultures atténuées par le chauffage, il faut tenir le plus grand compte de ces faits. Ils prouvent qu'il n'y a aucun fond à faire sur la conservation prolongée de la faculté prolifique des spores de grande culture chauffées au degré voulu pour constituer un premier vaccin inoffensif, ainsi que de leur aptitude à communiquer un premier degré d'immunité. Entre les grandes et les petites cultures, il ne me paraît exister sous ce rapport aucune différence sensible.

» *Valeur pratique du système d'inoculation préventive avec les grandes cultures atténuées par le chauffage.* — Au cours des nombreux essais que j'ai faits pour déterminer les meilleures conditions d'application de ce système, j'ai inoculé bon nombre de moutons, avec des liquides d'activité très variée. Ces inoculations ont causé la mort d'une certaine quantité d'animaux, quand les virus étaient peu atténués, et n'ont entraîné que des pertes insignifiantes ou ont été tout à fait inoffensives quand l'atténuation du virus avait été portée au degré suffisant. Or, tous les sujets survivants ont été soumis à des inoculations d'épreuve réitérées avec du virus très fort : il n'en est pas mort un seul. La double inoculation préventive exécutée avec les virus chauffés des grandes cultures atténuantes jouit donc de la propriété de communiquer une irréprochable immunité, même aux animaux sur lesquels cette double inoculation est pratiquée avec les virus amenés à leur minimum d'activité.

» Soumis à l'épreuve de la contagion spontanée, les sujets y résisteraient-ils aussi bien ? Il n'y a aucune raison d'en douter; mais c'est à l'expérience à donner la réponse. Je l'attends avec la plus grande confiance. Dès à présent, je regarde la méthode comme étant appelée à entrer dans la pratique, quoiqu'elle ne donne pas encore la même sécurité que celle des petites cultures, au point de vue de l'innocuité de la double inoculation préventive. »

M. **Daubrée** présente l'extrait suivant d'une Lettre de M. *Nordenskiöld*, afin que des observations du même genre que celle dont il y est question puissent être faites dans quelques-unes de nos régions montagneuses, conformément au vœu de l'éminent Correspondant de l'Académie :

« Les remarquables effets d'optique de lever et de coucher de Soleil que l'on a pu observer dans les deux derniers mois ont été suivis et étudiés en Suède avec beaucoup d'intérêt.

» J'espère que je pourrai un jour vous communiquer des renseignements détaillés sur l'apparition de ce remarquable phénomène en Scandinavie. Je me bornerai aujourd'hui à vous indiquer une observation faite à Stockholm, qui montre que la cause de ce phénomène ne peut être attribuée exclusivement aux poussières provenant des éruptions volcaniques des îles de la Sonde.

» On a remarqué que la neige tombée à la fin du mois de décembre, aux environs de Stockholm, était souillée de petites quantités de poussière noire.

» J'ai analysé de cette poussière, recueillie par M. le lieutenant-colonel Klercker; elle contenait beaucoup de matière charbonneuse qui, à l'état sec, brûlait avec flamme en laissant un résidu rougeâtre, contenant du fer oxydé, de la silice, du phosphore et du cobalt. La quantité de cobalt et de nickel était relativement grande, 0,5 pour 100 [1].

» L'analyse microscopique n'est pas encore faite, et la quantité de matière que j'avais à ma disposition était si petite qu'il m'a été impossible d'en faire une analyse quantitative complète.

» Mais, à ma demande, l'Académie des Sciences a alloué les fonds nécessaires pour renouveler ces recherches dans une partie plus éloignée de Stockholm et sur une échelle plus grande.

---

[1] J'ai obtenu $0^{gr},008$ d'oxyde de cobalt et de nickel de $0^{gr},1$ de poussière brûlée.

» Comme témoignage, je vous envoie par la poste un petit grain de sel de phosphore (*fosforsalt*) coloré d'oxyde de cobalt provenant de cette poussière, et un petit tube contenant de l'acide phosphorique précipité avec du nitromolybdate d'ammoniaque.

» Il serait intéressant de faire en France des recherches analogues, par exemple, dans les Alpes, les Pyrénées et dans le Jura, et c'est pour cela que je vous fais cette Communication préliminaire. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, en remplacement de feu M. *de la Gournerie*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 66,

| | | |
|---|---|---|
| M. Haton de la Goupillière obtient. . . . | 18 | suffrages. |
| M. E. Tisserand . . . . . . . . . . . . . | 13 | » |
| M. de Jonquières . . . . . . . . . . . . | 12 | » |
| M. Bischoffsheim . . . . . . . . . . . . | 10 | » |
| M. Cailletet . . . . . . . . . . . . . . | 7 | » |
| M. Trève . . . . . . . . . . . . . . . . | 6 | » |

Aucun des candidats n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin. Le nombre des votants étant encore 66,

| | | |
|---|---|---|
| M. Haton de la Goupillière obtient. . . . | 26 | suffrages. |
| M. de Jonquières. . . . . . . . . . . . . | 15 | » |
| M. E. Tisserand . . . . . . . . . . . . . | 11 | » |
| M. Bischoffsheim . . . . . . . . . . . . | 8 | » |
| M. Cailletet . . . . . . . . . . . . . . | 4 | » |
| M. Trève . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 | » |

Aucun des candidats n'ayant encore réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un troisième tour de scrutin, qui doit être un scrutin de ballotage entre MM. Haton de la Goupillière et de Jonquières. Le nombre des votants étant encore 66,

| | | |
|---|---|---|
| M. Haton de la Goupillière obtient. . . . | 37 | suffrages. |
| M. de Jonquières. . . . . . . . . . . . . | 27 | » |

Il y a deux bulletins nuls.

M. **Haton de la Goupillière**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. **Folacci** soumet au jugement de l'Académie un nouveau Mémoire portant pour titre : « Dispositif applicable à la propulsion des ballons dans une direction quelconque ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. V. **Roussel** adresse, de Blois, diverses observations relatives à la rédaction de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.

M. Faye est prié d'examiner la Note précédente.

M. A. **Mackenzie-Cameron** adresse à l'Académie, pour le Concours du prix Bréant, un Mémoire portant pour titre : « Scarlet fever, its cure, etc. ».

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. **Languet** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Brochure de M. *Ch. Naudin*, portant pour titre : « Mémoire sur les Eucalyptus, introduits dans la région méditerranéenne » ;

2° Un Ouvrage de M. *Ch. Richet*, intitulé : « L'homme et l'intelligence, fragments de Physiologie et de Psychologie ». (Présenté par M. Richet.)

3° La 19e année du Journal « Le Ciel », publié par M. *J. Vinot*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'équatorial de 6 pouces* ($0^m$,160) *de Brunner, à l'Observatoire de Lyon* (suite); par M. F. Gonnessiat.

| Dates. 1883-84. | Temps moyen de Lyon. | Ascens. droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parall. | Nombre de comp. | Correction de l'éphéméride (1). | | Étoiles de comp. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | ° ′ ″ | | | s | ′ ″ | |
| Déc. 25.... | 5.52. 1 | 20.54.22,56 | $\bar{1}$,561 | +32.11.14,5 | 0,497 | 10:10 | +16,23 | −2.31,1 | 9 |
| Janv. 2.... | 5.21. 3 | 21.51.44,62 | $\bar{1}$,395 | 21.11.13,2 | 0,604 | 3:3 | +18,57 | −4.27,6 | 10 |
| 2.... | 7.16. 7 | 21.52.18,82 | $\bar{1}$,599 | 21. 3.25,7 | 0,690 | 4:4 | +18,68 | −4.26,9 | 11 |
| 3.... | 7.32.38 | 21.59.31,83 | $\bar{1}$,595 | 19.22.49,4 | 0,703 | 4:4 | +18,83 | −4.43,9 | 12 |
| 8.... | 8.23.34 | 22.34.21,85 | $\bar{1}$,608 | 10.21.37,3 | 0,772 | 4:4 | +18,68 | −5.47,0 | 13 |
| 11.... | 5.52.57 | 22.53.13,31 | $\bar{1}$,382 | + 4.52.50,4 | 0,767 | 6:6 | +18,96 | −6.11,0 | 14 |
| 16.... | 5.47.19 | 23.23. 2,04 | $\bar{1}$,337 | − 4.28.11,4 | 0,826 | 4:4 | +17,49 | −6.13,8 | 15 |

*Positions moyennes des étoiles de comparaison* (1883,0 *et* 1884,0).

| Étoiles de comp. | Ascension droite moyenne. | Réduction au jour. | Déclinaison moyenne. | Réduction au jour. | Autorité. |
|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | s | ° ′ ″ | ″ | |
| 9 .... | 20.54.20,24 | +1,88 | +32. 8.28,2 | +27,0 | Leiden IV, Z.90 et Z.100. |
| 10..... | 21.51. 7,71 | −0,29 | 21.14.35,1 | +11,6 | BB IV + 21°4650. |
| 11..... | 21.50.40,34 | −0,30 | 21. 7. 8,2 | +11,5 | » + 20°5043. |
| 12..... | 21.54.43,59 | −0,28 | 19.21.19,1 | +10,9 | $W_2$ $21^h$ 1307; Lam. + 15° à 21° 1451. |
| 13..... | 22.35.40,48 | −0,13 | 10.13.34,6 | + 7,3 | *Conn. des T.*, ζ Pégase. |
| 14..... | 22.55. 9,88 | −0,10 | + 4.57.19,1 | + 5,0 | Schjellerup 9448-9. |
| 15..... | 23.29.16,43 | −0,05 | − 4.29.46,0 | + 0,8 | Lal. 46194, Paris 1878 (2 : 1 obs.). |

» Les positions ci-dessus ne sont pas corrigées de la parallaxe, dont on a seulement tenu compte dans les comparaisons à l'éphéméride.

» Ces observations ont été presque constamment gênées par les nuages. Le 16 décembre, le noyau, allongé dans le sens transversal, semble pourvu de deux aigrettes à l'opposite de la queue. Celle-ci est visible, sur son bord occidental-austral, jusqu'à 8° du noyau; ce bord est sensiblement rectiligne, et son angle de position, relevé sur une Carte céleste, est de 59°. L'autre bord disparaît à 4° ou 5° de distance. »

(1) *Astronomische Nachrichten*, 2558-60. Ajouter aux corrections publiées dans le numéro des *Comptes rendus* du 24 décembre les variations correspondant au temps d'aberration.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les multiplicateurs des équations différentielles linéaires.* Note de M. HALPHEN (¹).

« Dans ma dernière Communication, j'ai indiqué comment, par le moyen des multiplicateurs homogènes, on peut *intégrer une équation du troisième ordre, connaissant, en fonction de la variable indépendante, l'expression d'un polynôme homogène du troisième degré, composé avec les solutions inconnues.* Je vais donner les formules explicites qui résolvent ce problème et présenter un exemple.

» Soit $p$ une fonction donnée comme l'expression du polynôme envisagé, et soit

$$My''' + 3Ny'' + 3Py' + Qy = 0$$

l'équation proposée. Considérant la fonction adjointe

$$F = (Mz)''' - 3(Nz)'' + 3(Pz)' - Qz,$$

on détermine le multiplicateur du second degré, qui a $p$ pour *source*. Ce multiplicateur A est un polynôme homogène et du second degré par rapport à $z$, $z'$, $z''$; ses coefficients sont des fonctions de la variable indépendante; le coefficient de $z''^2$ est $3M^2p$, et les autres, comme je l'ai précédemment montré, s'en déduisent par la condition que AF soit la dérivée d'un polynôme du troisième degré en $z$, $z'$, $z''$.

» Le discriminant de A fournit la source d'un multiplicateur analogue. Il est plus commode de faire intervenir dans les formules une combinaison linéaire quelconque des deux sources, comme il suit.

» A la fonction $p$ est conjuguée une autre fonction analogue $p_1$, source d'un second multiplicateur $A_1$.

» Soit $\rho = e^{-2\int \frac{N}{M} dx}$; envisageons les deux formes quadratiques

$$\rho A = \Sigma a_{ij} z^{(i)} z^{(j)}, \quad \rho A_1 = \Sigma b_{ij} z^{(i)} z^{(j)}$$

et leurs discriminants D, $D_1$; formons, en outre, avec les coefficients $\alpha$, $\beta$ des formes adjointes, les combinaisons

$$C = \Sigma b_{ij} \alpha_{ij}, \quad C_1 = \Sigma a_{ij} \beta_{ij}, \quad \theta = 2\alpha_{01}\beta_{01} - \alpha_{00}\beta_{11} - \alpha_{11}\beta_{00}.$$

Ces diverses fonctions sont liées entre elles par les relations suivantes,

(¹) Voir le précédent Volume, pages 1408 et 1541.

où $u$, $v$, $u_1$, $v_1$, $w$ désignent des constantes :

$$(1)\qquad \begin{cases} D = up + vp_1, & D_1 = u_1p_1 + v_1p, \\ C = 3(wp - up_1), & C_1 = -3(wp_1 + u_1p). \end{cases}$$

Il existe, en outre, entre les constantes la relation

$$(2)\qquad vv_1 - 4uu_1 = 3w^2.$$

» Soit maintenant $l : l_1$ racine de l'équation

$$vl^4 - 4ul^3l_1 - 6wl^2l_1^2 + 4u_1ll_1^3 - v_1l_1^4 = 0$$

et $m$, $m_1$, $\mu$ déterminées par l'ensemble des relations concordantes

$$m^3 = (6l)^3 \frac{(v_1l_1 - u_1l)^2}{9(u_1^2 - v_1w)l^2 - (u_1l - v_1l_1)^2},$$

$$m_1^3 = (6l_1)^3 \frac{(vl - ul_1)^2}{9(u^2 + vw)l_1^2 - (ul_1 - vl)^2},$$

$$\frac{m_1^2}{m^2} = \frac{l(ul_1 - vl)}{l_1(u_1l - v_1l_1)},$$

$$\mu = \frac{ul_1 - vl}{m_1^2 l_1} = \frac{u_1l - v_1l_1}{m^2 l}.$$

» *Les solutions de l'équation différentielle sont données par l'équation du troisième degré*

$$y^9 - (lp + l_1p_1)y^6 + (mp + m_1p_1)y^3 - \left[\frac{(mp + m_1p_1)^2}{12} + \frac{1}{4\mu}(u_1p^2 + up_1^2 - \theta)\right] = 0.$$

Il est à remarquer que cette solution ne se trouve pas en défaut dans le cas où la source donnée est égale à zéro. C'est précisément à ce cas que se rapporte l'exemple suivant :

» *Intégrer l'équation*

$$(3)\qquad fy''' + \tfrac{3}{2}f'y'' + \tfrac{4}{9}f''y' - \tfrac{1}{81}f'''y = 0,$$

*où $f$ désigne un polynôme du troisième degré, sachant qu'il existe entre les solutions une relation homogène du troisième degré à coefficients constants.*

» Le multiplicateur A, dont la source est zéro, a l'expression suivante :

$$A = fz'^2 + \tfrac{1}{6}f''z^2 - 2f'zz' - 4fzz''.$$

La source conjuguée est l'unité, et voici le multiplicateur correspondant :

$$
\begin{aligned}
A_1 = {} & 3\left(fz'' + \tfrac{1}{2}f'z'\right)^2 \\
& - \tfrac{1}{72}\left(ff''z'^2 - \tfrac{1}{2}f''^2 z^2 + \tfrac{1}{9}f'f'''z^2\right) - \tfrac{5}{9}f''\left(2fz'' + f'z'\right)z + \tfrac{1}{108}ff'''zz'.
\end{aligned}
$$

En appliquant les formules ci-dessus, on obtient le résultat que voici :

» *Soit* $f(x) = a_0x^3 + 3a_1x^2 + 3a_2x + a_3$ *le polynôme qui figure dans* (3); *on en déduit l'équation*

$$a_0\lambda^4 + 4a_1\lambda^3 + 6a_2\lambda^2 + 4a_3\lambda + \frac{4a_1a_3 - 3a_2^2}{a_0} = 0,$$

*déterminant une constante* $\lambda$. *Les solutions de l'équation* (3) *sont données par l'équation du troisième degré*

$$y^9 - 6y^6 + \left(9\frac{a_0x + a_1}{a_0\lambda + a_1} + 3\right)y^3 + \frac{3a_0f'(\lambda)}{(a_0\lambda + a_1)^2} - 8 = 0.$$

La même méthode peut être appliquée à l'équation plus générale

$$fy''' + \frac{3}{2}f'y'' + \frac{1}{2}\left(1 - \frac{n^2}{9}\right)f''y' - \frac{n(n+3)(4n-3)}{2^2.3^4}f'''y = 0,$$

où $n$ est un entier, positif ou négatif, premier avec 3. Cette équation, dont la précédente est un cas ($n = 1$), et dont l'adjointe s'obtient par le changement de $n$ en $-n$, admet toujours des multiplicateurs, du second degré, ayant pour coefficients des polynômes entiers. Son groupe est *hessien*, et elle a pour solutions des polynômes entiers et homogènes formés avec les solutions de (3). Je l'ai déjà étudiée par des procédés tout différents dans mon *Mémoire sur la réduction des équations différentielles linéaires*, en prenant pour variable l'intégrale $\int \frac{dx}{\sqrt{f}}$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les valeurs que prend un polynôme entier lorsque la variable varie entre des limites déterminées*. Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« 1. Il est souvent utile dans certaines questions d'Analyse, notamment dans la recherche de la valeur approximative des intégrales définies et des racines des équations algébriques, de déterminer des limites entre lesquelles demeure constamment comprise la valeur d'un polynôme $F(x)$, lorsque la variable varie entre deux limites données.

» En supposant les nombres $\xi$ et $\eta$ positifs, Cauchy a donné la règle

suivante : Si l'on pose, en mettant en évidence les termes positifs et les termes négatifs de $F(x)$,

$$F(x) \quad F_0(x) - F_1(x),$$

la valeur de $F(x)$, lorsque $x$ varie depuis $\xi$ jusqu'à $\eta$, demeure constamment comprise entre les nombres

$$F_0(\xi) - F_1(\eta)$$

et

$$F_0(\eta) - F_1(\xi).$$

» Cette règle, dont l'exactitude est évidente, donne généralement des limites beaucoup trop écartées; on obtiendra des résultats plus précis par la méthode suivante, que, pour plus de clarté, j'exposerai d'abord en considérant un polynôme du quatrième degré.

» 2. Étant donné le polynôme entier

$$F(x) = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4$$

et deux nombres positifs $\xi$ et $\eta$, où je suppose $\eta > \xi$, formons la suite des nombres

$$\begin{aligned}
F_0 &= a + b\xi + c\xi^2 + d\xi^3 + e\xi^4,\\
F_1 &= a + b\eta + c\xi\eta + d\xi^2\eta + e\xi^3\eta,\\
F_2 &= a + b\eta + c\eta^2 + d\xi\eta^2 + e\xi^2\eta^2,\\
F_3 &= a + b\eta + c\eta^2 + d\eta^3 + e\xi\eta^2,\\
F_4 &= a + b\eta + c\eta^2 + d\eta^3 + e\eta^4,
\end{aligned}$$

dont la loi de formation est évidente.

» Cela posé, la valeur du polynôme $F(x)$ demeure, lorsque $x$ varie depuis $\xi$ jusqu'à $\eta$, constamment comprise entre la plus petite et la plus grande des quantités $F_0$, $F_1$, $F_2$, $F_3$ et $F_4$; j'ajoute que le nombre des racines de l'équation $F(x) = 0$, qui sont comprises entre $\xi$ et $\eta$, est au plus égal au nombre des variations de la suite

$$F_0,\ F_1,\ F_2,\ F_3,\ F_4.$$

» En général, soit le polynôme entier

$$F(x) = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \ldots + a_{n-1} x + a_n;$$

formons, par voie récurrente, les quantités suivantes :

$$Q_0 = a_0,\quad Q_1 = Q_0\xi + a_1,\quad Q_2 = Q_1\xi + a_2,\quad \ldots,\quad Q_n = Q_{n-1}\xi + a_n,$$

et

$$P_n = Q_n,\quad P_{n-1} = P_n + (\eta - \xi)Q_{n-1},\quad P_{n-2} = P_{n-1} + (\eta - \xi)\eta Q_{n-2},\quad \ldots,$$
$$P_0 = P_1 + (\eta - \xi)\eta^{n-1} Q_0;$$

en supposant $\xi$ et $\eta$ positifs et $\eta > \xi$, on peut énoncer les deux propositions suivantes :

» Le nombre des racines de l'équation $F(x) = 0$, qui sont comprises entre $\xi$ et $\eta$, est au plus égal au nombre des variations de la suite

$$P_0,\ P_1,\ P_2,\ \ldots,\ P_{n-1},\ P_n$$

et la valeur du polynôme $F(x)$, quand $x$ varie depuis $\xi$ jusqu'à $\eta$, demeure constamment comprise entre la plus petite et la plus grande des quantités $P_i$. Soit, par exemple,

$$F(x) = x^5 - 2x^4 + x^3 - 3x^2 + 4x - 2;$$

si l'on pose $\xi = 1$ et $\eta = 2$, on aura le Tableau suivant :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Coefficients de l'équation.......... | 1 | −2 | +1 | 3 | +4 | −2 |
| Valeurs des $Q_i$.................. | 1 | −1 | 0 | −3 | +1 | −1 |
| Valeurs des $P_i$.................. | 2 | −14 | −6 | −6 | 0 | −1 |

d'où il résulte que l'équation $F(x) = 0$ a une seule racine comprise entre 1 et 2 et que la valeur de ce polynôme, quand $x$ varie depuis 1 jusqu'à 2, demeure comprise entre les nombres $-14$ et $+2$; la règle de Cauchy donne les limites $-40$ et $+41$.

» En considérant encore le même polynôme, faisons $\xi = 2$ et $\eta = 3$, nous aurons le Tableau suivant :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | −2 | +1 | −3 | +4 | −2 |
| 1 | 0 | +1 | −1 | +2 | +2 |
| +91 | +10 | +10 | +1 | +4 | +2 |

d'où l'on voit que l'équation $F(x) = 0$ n'a aucune racine comprise entre 2 et 3, et que la valeur de ce polynôme, quand $x$ varie depuis 2 jusqu'à 3, demeure toujours comprise entre $+1$ et $+91$, les deux valeurs extrêmes étant d'ailleurs $+2$ et $+91$.

» La règle de Cauchy donne dans ce cas les limites $-143$ et $+236$.

» 3. Les résultats précédents subsistent encore, en en modifiant légèrement l'énoncé, dans le cas où $F(x)$ est un polynôme de la forme

$$a_0 + a_1 x^{\alpha_1} + a_2 x^{\alpha_2} + \ldots + a_n x^{\alpha_n},$$

les quantités $\alpha_i$ étant des nombres positifs quelconques, entiers, fractionnaires ou incommensurables; ils s'étendent donc au cas où $F(x)$ est une fonction transcendante de la forme

$$A_0 e^{\alpha_0 x} + A_1 e^{\alpha_1 x} + \ldots + A_n e^{\alpha_n x}. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Note sur le lavis d'une sphère;* par **M. J. Cottillon.** (Extrait.)

« Les élèves de l'École Polytechnique ont conservé la tradition d'une sphère lavée d'après les indications théoriques de Monge et dont la perfection provoqua l'émotion du fondateur de la Géométrie descriptive.

» Ce lavis, en quelque sorte légendaire, ayant disparu avant qu'on ait songé à le reproduire, il n'est peut-être pas sans intérêt de le reconstruire, dans la mesure du possible, mais en apportant, toutefois, à la formule d'après laquelle il paraît avoir été établi, quelques modifications complémentaires indispensables.

» L'application rigoureuse de la loi du produit des cosinus tend à donner au contour apparent de la sphère un éclat nul et à le représenter, de même que la ligne de séparation d'ombre et de lumière, par une teinte absolument noire, ce qui est évidemment inadmissible pour les surfaces usuelles.

» Cette loi, rigoureusement vraie au point de vue purement géométrique, n'a donc pas tenu suffisamment compte de quelques éléments secondaires du modelé.

» Des expériences, dont la description serait peut-être dépourvue d'intérêt, tout en faisant connaître l'importance relative de ces éléments, indiquent les modifications de détail qu'il est nécessaire d'apporter à la formule de Dupuis pour concilier, dans une mesure convenable, les résultats fournis par la théorie avec ceux qui sont relevés par l'observation.

» Ces éléments peuvent se résumer à trois :

» 1° Lumière diffusée par l'atmosphère et dont l'action s'étend même sur la ligne de séparation d'ombre et de lumière;

» 2° Rugosité des surfaces, dont l'influence entraîne le déplacement du point brillant;

» 3° Irradiation lumineuse, dont le défaut de proportionnalité des effets conduit à l'envahissement successif des zones obscures par celles qui le sont moins.

» L'intervention de ces divers éléments modificateurs donne, en définitive, la sphère dont j'adresse la reproduction.

» Cette sphère étant obtenue, l'emploi des constructions graphiques accoutumées, soutenues ou complétées, s'il y a lieu, par le calcul, permet de déterminer rapidement les limites et la valeur des teintes d'une surface géométrique donnée.

» Le lavis de cette surface s'exécute ensuite avec une sûreté et une précision en quelque sorte mathématiques. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité des dissolutions salines très étendues.* Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Jamin.

« La conductibilité électrique des sels dissous dans l'eau varie avec la concentration d'une manière extrêmement complexe et différente d'un sel à un autre. On ne possède à cet égard ni loi générale ni formule empirique d'une application quelque peu étendue. On conçoit *a priori* que cette conductibilité dépend à la fois de la nature chimique du sel, des hydrates qu'il est susceptible de former et de leur stabilité : l'expérience établit aussi qu'elle n'est pas sans relations avec quelques-unes des propriétés physiques de la dissolution, en particulier avec son degré de viscosité. Mais la part de ces diverses circonstances n'a pu être faite jusqu'ici.

» Il m'a paru qu'il y avait lieu de simplifier d'abord le problème en ne considérant que des dissolutions de propriétés physiques identiques. J'ai donc pris des dissolutions tellement étendues que leur densité et leur viscosité se confondent avec celle de l'eau pure : leur conductibilité électrique est encore relativement énorme par rapport à celle de l'eau et se mesure aisément par une méthode électrométrique dérivée de celle de M. Lippmann [1].

» En opérant ainsi, je n'ai pas tardé à reconnaître que la conductibilité des sels est liée à leur composition chimique par des lois d'une extrême simplicité. Je ne m'occuperai ici que des sels neutres.

» Soient $p$ le poids de sel contenu dans l'unité de poids de la dissolution, $e$ l'équivalent chimique, $c$ la conductibilité d'un cylindre liquide de longueur et de section égales à l'unité. Il y a pour chaque sel une valeur $p_1$ de $p$ au-dessous de laquelle la conductibilité varie proportionnellement au poids du sel dissous; si l'on compare alors les conductibilités des divers sels entre elles, on reconnaît qu'elles sont en raison inverse de l'équivalent, et

---

[1] Lippmann, *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 192; 1876.

l'on peut écrire

$$(1) \qquad c = k\frac{p}{e}.$$

*Le coefficient $k$ est le même pour tous les sels neutres que j'ai étudiés.*

» Faisons dans la formule (1) $p = e$, c'est-à-dire considérons des dissolutions qui contiennent, sous le même volume, un équivalent des différents sels, c'est-à-dire le même nombre de molécules : la conductibilité $c$ est la même pour tous. *La conductibilité moléculaire de tous les sels neutres est la même.*

» Pour les sels qui cristallisent anhydres, il est en général facile d'atteindre un degré de dilution tel que la loi se vérifie exactement ($\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{4000}$); mais, pour les sels hydratés, il faudrait aller bien au-dessous de ces limites, et les nombres que je publie prouvent seulement que leur conductibilité se rapproche de plus en plus d'obéir à la loi à mesure que la dilution augmente.

» Les expériences ont été faites en comparant les résistances de dissolutions contenant $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{4000}$ de sel dissous aux résistances de dissolutions de chlorure de potassium de concentration identique. Le rapport de ces résistances, variable avec la dilution, doit, à la limite, se confondre avec le rapport $\rho$ des équivalents. Les deux Tableaux qui suivent permettent de se rendre compte du degré d'exactitude de cette loi :

*Sels anhydres.*

| | | Valeurs de $r$ pour des concentrations de | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Formule du sel. | Équivalent. | $\frac{1}{20}$. | $\frac{1}{200}$. | $\frac{1}{1000}$. | $\frac{1}{4000}$. | $\rho$. |
| $AzH^4Cl$ | 53,5 | 0,743 | 0,730 | 0,724 | » | 0,718 |
| $KCl$ | 74,5 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| $AzH^4O, AzO^5$ | 80 | 1,203 | 1,134 | 1,156 | 1,133 | 1,074 |
| $KO, SO^3$ | 87 | 1,507 | 1,338 | 1,257 | 1,182 | 1,169 |
| $KO, CrO^3$ | 98 | 1,473 | 1,375 | 1,312 | » | 1,304 |
| $KO, AzO^5$ | 101 | 1,555 | 1,431 | 1,371 | » | 1,356 |
| $KBr$ | 119 | 1,472 | 1,536 | 1,531 | » | 1,597 |
| $KO, ClO^5$ | 122,5 | » | 1,717 | 1,649 | » | 1,649 |
| $KO, ClO^7$ | 138,5 | » | 1,898 | 1,867 | » | 1,859 |
| $AgO, SO^3$ | 156 | » | » | 2,131 | 1,981 | 2,094 |
| $PbO, AzO^5$ | 165,5 | 3,721 | 2,834 | 2,530 | 2,212 | 2,221 |
| $KI$ | 166 | 2,132 | 2,202 | 2,108 | » | 2,233 |
| $AgO, AzO^5$ | 170 | 2,865 | 2,480 | 2,480 | 2,149 | 2,281 |

*Sels hydratés ou formant avec l'eau des combinaisons définies.*

| Formule du sel. | Équivalent. | Valeurs de $r$ pour des concentrations de $\frac{1}{20}$. | $\frac{1}{200}$. | $\frac{1}{1000}$. | $\frac{1}{2000}$. | $\frac{1}{4000}$. | $\rho$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CaCl (1) | 55,5 | 1,071 | 0,998 | 0,932 | » | 0,880 | 0,745 |
| KFl (1) | 58 | » | 0,999 | 0,959 | » | 0,942 | 0,778 |
| MnCl + 4HO | 99 | 2,070 | 1,868 | 1,673 | » | 1,567 | 1,329 |
| MgCl + 6HO | 101,5 | 1,824 | 1,645 | 1,541 | » | 1,402 | 1,362 |
| BaCl + 2HO | 122 | 2,114 | 1,857 | 1,772 | » | 1,558 | 1,638 |
| CuO, $SO^3$ + 5HO | 124,75 | 5,241 | 3,703 | 2,664 | » | 2,194 | 1,674 |
| NaO, $CO^2$ + 10HO | 143 | 3,531 | 2,735 | 2,461 | » | 2,324 | 1,919 |
| ZnO, $SO^3$ + 7HO | 144 | 5,650 | 3,715 | » | 2,429 | 2,358 | 1,932 |
| CuO, $AzO^5$ + 6HO | 147,75 | 2,924 | 2,541 | 2,486 | » | 2,251 | 1,983 |
| ZnO, $AzO^5$ + 6HO | 149 | 2,842 | 2,569 | 2,533 | » | 2,345 | 2,000 |
| CdO, $AzO^5$ + 4HO | 155 | 3,144 | 2,796 | 2,701 | » | 2,559 | 2,081 |
| NaO, $SO^3$ + 10HO | 161 | 3,556 | 2,876 | » | 2,578 | » | 2,161 |

» Les acides et les bases hydratées, les sels acides des acides polybasiques se comportent d'une manière particulière. Leur étude fera l'objet d'une prochaine Communication. Je me propose de continuer ce travail, et d'étudier en particulier l'influence de la nature du dissolvant, celle de la température, etc. (2). »

M. **Berthelot** insiste sur l'importance des résultats obtenus par M. Bouty. D'après la nouvelle loi qu'il fait connaître, la résistance électrique dans les solutions très étendues est déterminée par l'équivalent chimique des corps et non par leur poids atomique : c'est ce qui ressort des nombres obtenus avec l'azotate de plomb, comparé avec les azotates de potasse et d'argent, par exemple. Cette relation semble avoir quelque lien avec la loi de Faraday, qui porte également sur les poids équivalents et non sur les poids atomiques. Les poids équivalents sont donc la base des lois électrochimiques, de même que de la plupart des lois physiques où interviennent les masses relatives des corps. Toutes ces lois deviennent plus obscures et plus compliquées lorsqu'on les exprime au moyen des poids atomiques.

---

(1) Ces deux sels ont été pesés à l'état anhydre.

(2) Les expériences ont été exécutées au laboratoire de recherches physiques de la Faculté des Sciences de Paris.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la répulsion de deux parties consécutives d'un même courant.* Note de M. **Izarn**, présentée par M. Berthelot.

« L'expérience classique instituée par Ampère pour constater cette répulsion est ordinairement considérée comme peu démonstrative, parce que le petit équipage contient forcément, outre les deux parties horizontales qui flottent sur le mercure, d'autres parties faisant un angle avec elles. Mais personne, je crois, n'a encore fait observer que, si l'on retourne l'équipage de façon que le courant qui traverse le mercure soit obligé de revenir sur ses pas pour parcourir ces parties horizontales, celles-ci doivent être attirées au contraire, les effets sur les autres restant de même sens que dans le premier cas. Or, si l'on fait l'expérience, on remarque que, pour une certaine direction du courant dans le fil horizontal, c'est bien en effet ce qui arrive, tandis que pour la direction opposée il y a répulsion. Cette direction favorable est justement est-ouest si la cuve est orientée nord-sud. Il y a donc là une complication à laquelle il ne me paraît pas qu'on ait songé : c'est l'action du courant terrestre. Mais, s'il en est ainsi, rien n'est plus facile que de construire un système complètement astatique, l'équipage ordinaire ne l'étant que pour toutes les parties qui ne sont pas horizontales. Il suffit, pour cela, de rapprocher deux cuves pareilles et d'employer deux équipages identiques, parcourus en sens inverse par le même courant et solidaires l'un de l'autre. Avec cette disposition nouvelle, la complication disparaît et le mouvement attractif se produit nettement, quoique peu énergique, quelle que soit la direction du courant employé. L'expérience d'Ampère démontre donc bien ce qu'elle a la prétention de démontrer, puisqu'ici les actions sur les parties faisant un angle avec le courant fixe sont de sens contraire à celles qu'il s'agit d'observer. D'ailleurs, si on la répète avec une cuve orientée comme il vient d'être dit, on reconnaît que la répulsion est bien plus vive lorsque le courant marche est-ouest dans la portion horizontale, la terre ajoutant son effet à celui que produit le courant lui-même.

» Il n'est peut-être pas inutile de remarquer que toutes les expériences relatives à l'action des courants, de la terre et des aimants sur les courants peuvent être répétées ainsi sur de petits équipages flottants que chacun peut facilement imaginer et construire lui-même, et même avec de simples aiguilles à coudre posées à angle droit sur la cloison qui divise la cuve en deux autres, en ayant soin de faire monter les niveaux du liquide au-

dessus du bord de cette cloison en profitant de l'action capillaire. Seulement il est souvent indispensable de disposer de petits crins ou de petits rails très légers pour guider l'équipage et l'empêcher d'aller se coller sur les bords, entraîné par la capillarité.

» Il y a une autre précaution tout aussi importante à observer si l'on veut réussir à coup sûr toutes ces petites expériences : elle consiste à ne verser le mercure, dont on ne peut employer du reste que de très petites quantités, qu'au moment même de l'opération, en le faisant rapidement écouler d'un entonnoir que l'on a incomplètement bouché avec le doigt, et arrêtant l'écoulement avant que tout le liquide ait passé. Il suffit souvent de quelques minutes d'attente pour que le mercure se soit recouvert d'une couche infiniment mince d'oxyde, invisible, mais qui modifie énormément la tension superficielle, et qui se dissout probablement dans la masse si on la reverse dans l'entonnoir pour remplir de nouveau la cuve. »

CHIMIE. — *Sur le développement des cristaux nacrés de soufre.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Debray.

« Prenons un tube en U dont le diamètre ne dépasse pas $0^m,002$ et à la surface extérieure duquel on ait gravé des traits équidistants, mettons-y du soufre et chauffons-le vers 160°, puis portons-le dans un bain d'eau bouillante : ce liquide peut produire la variété cristalline de soufre qu'on voudra. Supposons que l'on fasse naître, en un point de l'une de ses branches, des baguettes nacrées [1] par frottement, refroidissement local ou semis, comme je l'ai indiqué précédemment : on peut suivre l'allongement de ces cristaux dans cette branche sur une longueur de $0^m,04$ à $0^m,05$ sans que le tube soit obstrué, tant est lent l'accroissement de ces cristaux dans le sens transversal. Vient-on alors à toucher avec un prisme ordinaire le soufre surfondu qui les baigne, on y fait naître des prismes qui envahissent avec une très grande rapidité la région partiellement occupée par les cristaux nacrés, puis arrivent à l'autre branche où ils continuent, mais bien

---

[1] On peut obtenir ces cristaux nacrés très facilement par voie de dissolution : il suffit pour cela de faire dans un tube scellé une solution, *sursaturée à chaud sans résidu*, de soufre dans la benzine, le toluène, l'alcool, le sulfure de carbone, etc., puis d'introduire l'*extrémité* du tube seulement dans un mélange réfrigérant, par exemple dans de l'eau où l'on jette quelques cristaux d'azotate d'ammoniaque; de longs feuillets nacrés prennent naissance au point refroidi et s'avancent peu à peu dans le reste du liquide.

plus lentement, à solidifier la région qui était encore tout entière liquide. En mesurant l'allongement de ces mêmes prismes dans les deux régions du liquide, on trouve que, si cette durée varie de cinq à vingt-cinq secondes pour un allongement de $0^m,010$ dans le liquide libre, il n'est que d'environ une seconde dans la région partiellement occupée par les cristaux nacrés. J'ai fait un grand nombre de mesures sur des tubes soumis aux conditions les plus variées et dans lesquels j'ai produit simultanément des octaèdres, des cristaux nacrés et aussi des prismes dont j'ai suivi la formation dans les deux régions, celle où le liquide occupait toute la largeur du tube et celle où il baignait les baguettes nacrées. Pour une température ambiante voisine de 100°, la mesure étant effectuée *quelques heures* après l'immersion dans le bain de surfusion, la durée de l'allongement dans ces conditions était d'environ sept secondes pour $0^m,010$ dans la région où le liquide était libre, elle était toujours un peu inférieure à une seconde dans la région où les cristaux nacrés s'étaient développés.

» Je ferai d'abord remarquer que la vitesse de solidification est indépendante du diamètre du tube lorsqu'il n'est pas supérieur à $2^{mm}$, comme c'est le cas dans ces expériences : on ne peut donc attribuer la différence des deux vitesses de solidification des prismes au fait que le liquide qui baigne les cristaux se trouve comme dans un tube plus étroit. De plus, le mode de développement des cristaux nacrés est très différent de celui que présentent les deux autres formes : ainsi, tandis que les octaèdres ou les prismes, semés dans le liquide surfondu, grossissent aux dépens du liquide ambiant qu'ils transforment totalement, suivant la forme du germe, en octaèdres ou en prismes, les baguettes nacrées s'allongent dans le liquide ambiant comme le feraient des cristaux dans un liquide peu sursaturé. Pour interpréter tous ces résultats, sans s'écarter de la réserve qu'il convient de garder lorsqu'il s'agit de se prononcer sur la constitution d'un liquide, admettons, comme point de départ, que l'action de la chaleur sur le soufre ait pour effet d'en produire la transformation *partielle* en une variété allotropique soluble dans le liquide non modifié : à l'appui de cette manière de voir, nous pouvons, en effet, remarquer que le liquide reste limpide et que les changements qu'il éprouve ne sont jamais complets, puisque, comme je l'ai démontré précédemment, ils dépendent de la température et de la durée pendant laquelle elle a été maintenue. Faisons, de plus, l'hypothèse que les baguettes nacrées représentent la forme cristalline de la partie modifiée du soufre, et considérons un cristal nacré introduit dans le liquide mixte qui résulte de l'action de la chaleur : il se déve-

lopperait aux dépens du soufre transformé et le liquide ambiant serait, au bout de peu de temps, presque entièrement composé par la partie du soufre non modifiée. Si cette manière de voir est exacte, ce liquide doit présenter les caractères du soufre chauffé très peu de temps et à une température peu élevée. Or j'ai montré que, dans ces conditions, la durée de la solidification du soufre prismatique est très petite, et, de plus, sensiblement constante, puisqu'il s'agit de soufre non modifié. Ce sont bien là les résultats de l'expérience; car, tandis que les durées de la solidification observées dans un bain de surfusion, toujours à la même température, varient beaucoup avec les conditions de l'expérience, lorsqu'on mesure l'accroissement des cristaux dans la branche du tube qui contient le liquide mixte, on trouve, au contraire, dans l'autre branche, où le liquide baigne les cristaux nacrés, que la durée de la solidification des prismes a une valeur très sensiblement constante dans les diverses expériences, et cette valeur est un peu inférieure à une seconde pour $10^{mm}$ quand la température ambiante diffère peu de $100°$. Cette manière de voir se trouve aussi corroborée par ce fait que la production des baguettes nacrées n'est facile que si le soufre a été chauffé au delà de $160°$, c'est-à-dire aux températures les plus favorables à la transformation qu'éprouve le soufre fondu. »

CHIMIE. — *Détermination de l'équivalent du chrome à l'aide de son sulfate de sesquioxyde.* Note de M. H. BAUBIGNY, présentée par M. Debray.

« Le sulfate de sesquioxyde de chrome violet, purifié de tout excès d'acide, comme je l'ai indiqué dans ma dernière Note, à l'aide d'une série de cristallisations déterminées par l'addition d'alcool à la solution aqueuse du sel, est desséché, puis pulvérisé. Le sel vert, qui en résulte, est chauffé finalement, pour chaque opération, dans une nacelle tarée, *à 440° jusqu'à poids constant.*

» Les deux premières déterminations que je donne ont porté sur des sulfates de sesquioxyde de chrome, faits avec l'hydrate obtenu en réduisant du bichromate de potasse pur par l'hydrogène sulfuré, et la troisième a été faite avec le sulfate préparé en partant de l'acide chlorochromique.

» *Première expérience.* — Le sel a été desséché dans l'air sec à la pression normale; $1^{gr},989$ par calcination, et à deux reprises pour contrôle, a donné $0^{gr},7715$ $Cr^2O^3$. Donc la différence $SO^3 = 1,2175$, ce qui conduit à l'équivalent $Cr = 26,020$ si $S = 16$ et $Cr = 26,055$ si $S = 16,037$.

» *Deuxième expérience.* — En répétant l'opération avec un autre sulfate, mais en opérant

la dessiccation dans le vide ($3^{mm}$) à 440°, j'ai eu $1^{gr}, 535$ $Cr^2O^3$ pour $3^{gr}, 958$ de $Cr^2O^3, 3SO^3$. La perte $SO^3 = 2^{gr}, 423$, ce qui donne $Cr = 26,012$ si $S = 16$, et $Cr = 26,046$ si $S = 16,037$.

» La moyenne de ces deux déterminations conduit donc à l'équivalent $Cr = 26,016$ si $S = 16$, et $Cr = 26,050$ si $S = 16,037$.

» *Troisième expérience.* — Le sulfate fait à l'aide de l'acide chlorochromique, desséché dans l'air sec sous pression normale, a donné $1^{gr}, 0115$ $Cr^2O^3$ pour $2^{gr}, 6052$ de $Cr^2O^3, 3SO^3$. Donc la perte $SO^3 = 1^{gr}, 5937$.

» Ce qui conduit à l'équivalent $Cr = 26,081$ si $S = 16$, et $Cr = 26,116$ si $S = 16,037$.

» La moyenne des deux premières opérations est donc inférieure de 0,065 au nombre fourni par la troisième expérience. Mais, quoique cette moyenne résulte de deux déterminations assez concordantes, je crois devoir cependant accorder plus de confiance à la troisième. En effet, le sulfate employé a été préparé avec des produits tous volatils, et, comme cette opération a satisfait à tous les contrôles auxquels je l'ai soumise, je puis affirmer son exactitude. D'ailleurs, qu'il me suffise de faire remarquer que cette différence en plus de 0,065 obtenue pour l'équivalent dans la dernière détermination ne dépend que d'un faible écart dans les résultats, puisque cette opération m'aurait donné l'équivalent 26,016, identique à la moyenne des deux premières, si les $2^{gr}, 6052$ de sulfate de la troisième expérience eussent renfermé seulement $1^{mgr}$ de plus, comme acide sulfurique.

» La décomposition du sulfate de chrome se fait à une température relativement basse; car, *avec le temps*, elle peut déjà être complète à une température inférieure à celle de la fusion de l'argent. Néanmoins, j'ai toujours terminé la calcination à la température de fusion de l'or, pour pouvoir appliquer le contrôle par l'acide nitrique, dont j'ai parlé dans ma dernière Communication, à la recherche des sels alcalins.

» Je n'en ai trouvé dans aucun des oxydes, résidus de la calcination des sulfates.

» Quant à la vérification par la voie humide de la décomposition totale du sulfate, elle était, pour ainsi dire, inutile, puisque le poids de l'oxyde $Cr^2O^3$, obtenu par calcination du sulfate à la température de fusion de l'argent, ne se modifie pas à celle de fusion de l'or. J'ai tenu cependant à la faire une fois, quelque impossible qu'elle puisse paraître *a priori*, puisque $Cr^2O^3$ est réputé insoluble dans les acides. On parvient en effet à le dissoudre, en mettant à profit une observation déjà ancienne de Storer [1]. L'oxyde et les sels de chrome, à l'état pulvérulent ou en solution concentrée, s'oxydent

(1) *Proc. of the Americ. Acad. of Arts and Sciences*, 1859.

très facilement *à une douce chaleur*, en présence de l'acide nitrique, lorsqu'on y projette du chlorate de potasse. Dans ces conditions, même l'oxyde de chrome calciné se transforme presque instantanément en acide chromique soluble ([1]).

» Opérant ensuite la destruction de l'excès de chlorate, afin de pouvoir effectuer ultérieurement la réduction de l'acide chromique en oxyde $Cr^2O^3$, il devient alors possible de rechercher l'acide sulfurique avec les sels de baryum.

» Ce contrôle m'a prouvé à nouveau la décomposition complète du sulfate de chrome par la chaleur.

» Parmi les anciennes déterminations de l'équivalent du chrome, je ne citerai que les principales. La première est due à Berzelius : par le chromate de plomb, il trouva $Cr = 28,1$. Il reconnut lui-même l'imperfection de ce nombre, et le remplaça plus tard par 27,35, obtenu à l'aide du chromate de baryte.

» Ce fut M. Peligot, en 1844, qui, lors de son étude des sels de protoxyde de chrome, constata que cette seconde valeur donnée par Berzelius était toujours trop élevée, et donna l'équivalent, encore admis aujourd'hui, $Cr = 26,28$, compris entre les limites 26 et 26,4, et déterminé à l'aide du chlorure CrCl et de l'acétate de protoxyde de chrome. Berlin, la même année, en opérant avec le chromate d'argent, ayant trouvé que ce nombre 26,28 concordait avec la moyenne de ses résultats (de 26,226 à 26,468), l'équivalent donné par Berzelius fut abandonné.

» Quant à Moberg, à l'aide du sulfate et de l'alun ammoniacal de chrome, il avait conclu, en 1848, à l'équivalent 26,79. Je ne veux pas entrer ici dans le détail des expériences; mais je ne puis que m'étonner que les méthodes grossières qu'il a employées ne l'aient pas conduit à un nombre plus erroné.

Enfin les deux déterminations les plus récentes datent de 1861, et toutes les deux se rapprochent de l'équivalent que m'a fourni le sulfate. En comparant les poids de bichromate et de chlorate de potasse nécessaires pour transformer l'acide arsénieux en acide arsénique, et FeCl en $Fe^2Cl^3$, Kessler a donné le nombre $Cr = 26,15$, et Siewert a conclu à $Cr = 26,047$ en dosant le chlore d'un poids connu de chlorure violet $Cr^2Cl^3$ sublimé. »

---

(1) Ce procédé d'attaque de $Cr^2O^3$ par l'acide nitrique et le chlorate de potasse est le plus rapide et le plus parfait pour nettoyer des vases de platine ou de porcelaine incrustés d'oxyde $Cr^2O^3$.

CHIMIE. — *Dépêche relative à la liquéfaction de l'hydrogène,* adressée par M. **Wroblewski** à M. Debray.

« Hydrogène refroidi par oxygène bouillant s'est liquéfié par détente. »

M. **Debray** présente les observations suivantes, à propos de la Communication de M. *Wroblewski* :

« La dernière Communication de M. Wroblewski sur la solidification de l'azote contient un passage sur la détente de l'hydrogène qui a paru à quelques personnes en contradiction avec les remarquables observations de M. Cailletet sur la détente de ce gaz. M. Wroblewski, en détendant l'hydrogène comprimé à 150° et refroidi dans l'oxygène, n'avait pas aperçu le brouillard signalé par M. Cailletet et observé par divers savants au laboratoire de l'École Normale. Ce brouillard était l'indice certain de la liquéfaction de l'hydrogène sous l'influence du froid produit par cette détente. La dépêche de M. Wroblewski confirme de tout point le fait capital découvert par M. Cailletet. Je communiquerai à l'Académie les détails de ses expériences aussitôt qu'ils me seront parvenus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de réduction de l'érythrite par l'acide formique*. Note de M. **A. Henninger**, présentée par M. Wurtz.

« Il y a longtemps déjà, M. Tollens et moi nous avons fait connaître à l'Académie un mode de préparation de l'alcool allylique $C^3H^5(OH)$, fondé sur la réduction de la glycérine $C^3H^5(OH)^3$ par l'acide oxalique ([1]). Dans cette réaction, il se produit, comme terme intermédiaire, une formine de la glycérine, que la chaleur dédouble en alcool allylique, gaz carbonique et eau.

» La régularité de cette réaction m'a engagé à l'étendre à d'autres alcools plurivalents, aux glycols, à l'érythrite, à la mannite, et j'ai reconnu sa généralité. Les expériences que j'ai décrites en 1873 ont amené à cette conclusion que l'acide formique fait successivement descendre les alcools plurivalents de deux en deux rangs dans leur valence et engendre des corps incomplets ([2]). L'acide formique est jusqu'ici le seul réactif qui

([1]) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 266.

([2]) *Association française pour l'avancement des Sciences,* session de Lyon, p. 276.

agisse ainsi. J'ai reconnu, en outre, que la production d'une formine doit nécessairement précéder la réduction; si l'on place l'alcool plurivalent dans des conditions où il ne peut s'éthérifier, on n'observe aucune réduction. Depuis, j'ai poursuivi en détail l'étude de la réduction de l'érythrite et les résultats obtenus me paraissent dignes d'être présentés à l'Académie.

» Lorsqu'on fait bouillir pendant six heures l'érythrite avec $2\frac{1}{2}$ fois son poids d'acide formique (D = 1,185), acide qui donne des résultats plus nets que l'acide oxalique primitivement employé, et que l'on distille ensuite l'excès d'acide en élevant la température à la fin vers 190-200°, le résidu se prend par le refroidissement en une masse radiée. Celle-ci renferme 49 à 50 pour 100 d'acide formique combiné, ce qui correspond sensiblement à la composition d'une diformine $C^4H^6(OH)^2(CHO^2)^2$. Mais en réalité c'est un mélange de plusieurs formines que l'on peut séparer par des cristallisations dans l'éther anhydre et dans l'alcool absolu. Parmi ces composés, la tétraformine mérite d'être particulièrement mentionnée, quoiqu'elle n'existe qu'en petite quantité dans le mélange. Elle se produit, en effet, avec la plus grande facilité, lorsqu'on distille l'érythrite à deux reprises avec 3 à 4 parties d'acide formique; dans la deuxième opération, on emploie de l'acide formique cristallisable.

» La *tétraformine* de l'érythrite $C^4H^6(OCHO)^4$ est en longues aiguilles d'un éclat soyeux, peu solubles dans l'alcool froid, encore moins solubles dans l'eau et dans l'éther. Elle fond à 150°. L'eau chaude la saponifie aisément et régénère de l'érythrite.

» Le mélange de formines, dont la composition moyenne correspond à la diformine, a été décomposé par la chaleur, vers 210-220°; on observe un dégagement abondant de gaz, en même temps qu'il distille un liquide faiblement coloré, d'une odeur pénétrante et caractéristique; on le condense dans un récipient fortement refroidi. A mesure que l'opération avance, la température s'élève vers 250-255°, et à ce moment l'appareil ne contient qu'un faible résidu, à peine supérieur à $\frac{1}{10}$ du poids de l'érythrite employé. Il ne se forme aucune trace de matière charbonneuse.

» Les gaz sont formés d'anhydride carbonique, d'oxyde de carbone et de crotonylène $C^4H^6$, facile à absorber par le brome. Cet hydrocarbure $C^4H^6$ semble être identique avec le crotonylène de M. E. Caventou; on doit le considérer comme le radical hydrocarboné de l'érythrite, car la réduction complète de cet alcool est régulière et ne s'accompagne pas d'un changement moléculaire, comme je le montrerai dans une prochaine Communication.

» Le liquide qui s'est condensé dans le récipient refroidi est un mélange fort complexe d'eau, d'acide formique, de monoforme d'un nouveau glycol non saturé, le *crotonylène-glycol* $C^4H^6(OH)^2$ ; de deux composés répondant à la formule $C^4H^6O$, l'un identique avec l'aldéhyde crotonique, l'autre nouveau, bouillant vers 67°, pour lequel je propose le nom de *dihydrofurfurane*.

» Enfin on trouve, partie dans le liquide distillé, partie dans le résidu de l'appareil, une substance un peu épaisse renfermant $C^4H^8O^3$, qui n'est autre que le premier anhydride de l'érythrite, l'*érythrane*, encore inconnu. Les équations suivantes rendent compte de la formation de tous ces composés, que l'on sépare par la distillation fractionnée

$$\underbrace{C^4H^6(OH)^2(OCHO)^2}_{\text{Diformine de l'érythrite.}}$$

1° $= CO^2 + H^2O + C^4H^6(OH)(OCHO)$,

2° $= 2CO^2 + 2H^2O + C^4H^6$,

3° $= CO^2 + CO + 2H^2O + C^4H^6O$,

4° $C^4H^{10}O^4 = H^2O + C^4H^8O^3$.

» Ayant répété mes expériences un grand nombre de fois et opéré sur plus de $2^{kg}$ d'érythrite, je crois n'avoir laissé échapper aucun des produits de cette réaction complexe. Je reviendrai prochainement sur ces produits, auxquels se rattachent de nombreux dérivés [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une diacétone aromatique*. Note de M. **E. Louïse**, présentée par M. Friedel.

« La constitution du mésitylène, considéré comme la triméthylbenzine symétrique, permet de prévoir que le remplacement successif des hydrogènes aromatiques par le radical benzoyle donnera lieu à trois composés acétoniques. Dans une Communication que j'ai eu l'honneur de présenter dernièrement à l'Académie, j'ai indiqué la préparation du produit monosubstitué, le *benzoylmésitylène;* cette acétone, qui cristallise en prismes volumineux, a été obtenue au moyen de la méthode de synthèse de MM. Friedel

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

et Crafts, en faisant réagir le chlorure de benzoyle sur le mésitylène, en présence du chlorure d'aluminium.

» Ce produit, que l'on obtient en quantité théorique, m'a servi de point de départ pour la préparation du composé disubstitué, le *dibenzoylmésitylène*. C'est encore en faisant réagir le chlorure de benzoyle sur le benzoylmésitylène que j'ai pu obtenir cette nouvelle acétone.

» A cet effet, 30$^{gr}$ de benzoylmésitylène sont dissous dans 80$^{gr}$ de chlorure de benzoyle, et le liquide est porté à la température de 150°, que l'on maintient pendant toute l'opération.

» On ajoute alors le chlorure d'aluminium : la réaction commence et se manifeste par un dégagement abondant d'acide chlorhydrique. Entretenu par des additions successives de chlorure d'aluminium, elle est terminée au bout de vingt-quatre heures; il suffit de 3$^{gr}$ à 4$^{gr}$ de chlorure d'aluminium pour arriver à ce résultat.

» Le liquide, primitivement incolore, est maintenant transformé en une boue épaisse et noire; il renferme l'acétone cherchée, dissoute dans du chlorure de benzoyle en excès et des produits de décomposition, en particulier du charbon.

» Ces derniers produits, qu'il est difficile d'éviter, ne se forment qu'en petite quantité si l'on opère à la température que j'ai indiquée.

» Pour détruire le chlorure de benzoyle en excès, le liquide est traité plusieurs fois par l'eau chaude en y ajoutant au besoin un peu de potasse, jusqu'à ce que l'on ne trouve plus d'acide benzoïque. La résine noire solide que l'on obtient ainsi est dissoute dans l'alcool mélangé d'éther; par une filtration à chaud, on sépare le charbon pulvérulent que cette liqueur tient en suspension.

» Le liquide filtré abandonne bientôt des cristaux qui sont généralement noirâtres et que des cristallisations répétées ne peuvent suffisamment purifier; on arrive seulement à ce résultat en les recueillant et en distillant dans le vide.

» Vers 300° environ, il passe un liquide transparent qui se solidifie immédiatement.

» Ce produit dissous dans l'alcool abandonne des cristaux parfaitement purs qu'on a soumis à l'analyse.

» 0$^{gr}$,302 ont donné :

| | |
|---|---|
| $CO^2$ | 0,9305 |
| $H^2O$ | 0,18 |

ce qui correspond, en centièmes, à

| | | La formule $C^{23}H^{20}O^2$ exige : |
|---|---|---|
| C .................. | 84,02 | 84,14 |
| H .................. | 6,62 | 6,09 |

» Le radical benzoyle est donc venu se substituer une seconde fois à un atome d'hydrogène du noyau aromatique pour donner une diacétone $(C^6H^5CO)^2C^6H(CH^3)^3$ ou dibenzoylmésitylène.

» Comme son correspondant inférieur, le benzoylmésitylène, ce produit ne peut admettre d'isomère, au moins en admettant que la substitution soit faite dans le noyau mésitylénique. Son point de fusion est à 117°.

» Le dibenzoylmésitylène est incolore, transparent, soluble dans l'éther, l'alcool, le pétrole, etc., qui l'abandonnent en cristaux très nets; lorsqu'on le dissout dans un mélange d'acétone ordinaire et de chloroforme, on l'obtient en cristaux volumineux dont les dimensions atteignent parfois plusieurs centimètres.

» Il se présente alors sous forme de prismes obliques à base rhombe, allongés parallèlement à l'intersection des faces $p$ et $h^1$.

» Bien que le rendement ne soit pas théorique comme celui du benzoylmésitylène, à cause des produits de décomposition qui se forment pendant la réaction, il est encore très satisfaisant.

» Ce composé, comme son homologue inférieur, soumis aux agents d'hydrogénation, donne différents produits dont je poursuis l'étude. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Dosage de l'humidité des matières amylacées.* Note de M. L. BONDONNEAU, présentée par M. Berthelot.

« Le dosage de l'humidité des matières amylacées, amidons, fécules, etc., donne, dans le commerce, sujet à de nombreuses contestations, par suite des différents modes d'essais par dessiccation mis en pratique.

» En effet, l'amidon ou la fécule humide porté brusquement à une température supérieure à 60° donne naissance à de l'empois formant enveloppe imperméable, très difficile à dessécher, empêchant par suite l'émission de l'eau contenue dans les grains ainsi englobés. En outre, il faut tenir compte des impuretés de la substance qui peuvent pendant la dessiccation amener un écart de 2 et 3 pour 100 et quelquefois empêcher totalement

l'essai; les produits acides, que certains fabricants emploient pour obtenir des produits plus blancs, sont la cause principale de ces écarts.

» Nous avons montré (*Bulletin de la Société chimique*, t. XXI, p. 149) qu'une quantité d'acide extrêmement faible (même les acides de fermentations) donnait, pendant la dessiccation et la torréfaction d'une fécule après dessiccation lente et à basse température dans un courant d'air sec, une quantité assez considérable de glucose fixant par suite le $\frac{1}{10}$ de son poids d'eau; à plus forte raison, cette quantité de glucose augmente rapidement, si l'on n'a pas le soin d'éliminer la plus grande proportion d'eau à basse température; et cette quantité d'acide est si peu négligeable qu'une fécule sèche à 20 pour 100 d'eau, contenant $\frac{5}{10000}$ d'acide, se transforme en sirop après quatre à cinq heures de chauffage en tube scellé.

» Nous employons de préférence le procédé suivant, qui nous a toujours donné des résultats concordants.

» Au préalable, nous examinons la teneur en acide de la matière à examiner.

» La matière amylacée étant reconnue sans acide énergique, on en prend $5^{gr}$ ou $10^{gr}$ pesés sous une faible épaisseur dans une capsule rectangulaire en verre, porcelaine ou platine, qui sont introduits dans l'étuve du Dr Courlier froide; la température est élevée progressivement et lentement (environ trois heures) jusqu'à 60°; à ce moment l'étuve est portée à 100° en une heure, et cette température est maintenue jusqu'à ce que deux pesées consécutives n'indiquent pas de variation de poids : la dessiccation est alors complète, elle peut même être portée à 110° sans amener de changement pour des matières entièrement neutres, celles-ci restant blanches. Si elles sont acides, la perte peut s'augmenter de $\frac{2}{1000}$ à $\frac{3}{1000}$, mais les produits prennent une teinte jaune, indiquant un commencement d'altération et de transformation en dextrine.

» Si la matière amylacée est franchement acide, il faut d'abord la neutraliser; les $5^{gr}$ ou $10^{gr}$ pesés dans la capsule avec un petit agitateur sont additionnés de leur poids d'eau distillée quand ils sont secs ou du $\frac{1}{4}$ s'ils sont verts, et d'une ou deux gouttes d'ammoniaque pure, puis, après mélange intime, portés à l'étuve froide, dont la température est maintenue encore plus basse jusqu'à dessiccation à peu près complète vers 40°; à partir de ce moment, la marche de l'essai précédent est suivie exactement dans les mêmes conditions.

» La dessiccation de l'amidon ou de la fécule à l'état vert doit toujours être conduite aussi lentement.

» Dans l'étuve Gay-Lussac à eau, la température de la substance n'atteignant jamais plus de 98°, la dessiccation des matières amylacées n'est complète qu'à la condition de chauffer à 115° ou de faire intervenir le vide; car, par leur nature, les matières amylacées renferment non seulement de l'eau d'hydratation, mais encore de l'eau de combinaison formant hydrate, lequel, quoique se dissociant à basse température, exige une dessiccation plus énergique pour amener l'élimination des dernières portions d'eau; en effet, une fécule desséchée et bien refroidie à l'abri du contact de l'air s'échauffe légèrement dans son mélange avec l'eau ($50^{gr}$ de fécule anhydre et $50^{gr}$ d'eau donnent une élévation de température de 17° environ), prouvant bien par cette élévation qu'il y a combinaison. »

ZOOLOGIE. — *Sur la classification des Sarcoptides plumicoles*. Note de MM. **É.-L. Trouessart** et **P. Mégnin**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« Ainsi que nous l'avons indiqué dans une première Note (*Comptes rendus*, séance du 3 décembre 1883), la sous-famille des Analgésinés, ou Sarcoptides plumicoles, se subdivise en trois groupes secondaires désignés sous les noms de *Pterolicheæ*, *Analgeseæ* et *Proctophyllodeæ*. On peut former un quatrième petit groupe pour deux genres, représentés chacun par une seule espèce et qui se distinguent de tous les autres par l'absence de ventouses copulatrices chez le mâle adulte, et de la plaque notogastrique à tous les âges.

» Outre les caractères que nous avons déjà signalés, les espèces appartenant à chacun de ces groupes présentent, en général, un faciès particulier qui fait reconnaître facilement, avec un peu d'habitude, le groupe auquel elles appartiennent. Il est à noter cependant qu'ici, comme dans beaucoup d'autres groupes zoologiques, on passe par des transitions insensibles d'un genre et même d'un groupe à un autre : c'est ainsi que le genre *Pteronyssus* est intermédiaire entre les *Ptérolichés* et les *Analgésés*, et le genre *Alloptes* entre ceux-ci et les *Proctophyllodés*. Comme on devait le prévoir, dans un groupe exclusivement formé d'animaux parasites, *toutes les modifications morphologiques que l'on pouvait imaginer, a priori,* d'après l'étude des types déjà connus, *existent réellement dans la nature,* comme le montre en particulier l'étude des genres nouveaux, *Bdellorhynchus*, *Pterallopies* et *Protalges*, que nous décrirons dans un travail ultérieur, ainsi que les espèces qui leur servent de types.

» Quant à la synonymie des genres que nous adoptons, nous ferons

remarquer que *Dermalichus* (Koch, 1840) doit rester synonyme d'*Analges* (Nitzsch, 1818), qui a de beaucoup la priorité. Le nom de *Dimorphus* (Haller, 1878), déjà employé, ne peut non plus être conservé pour le genre démembré d'*Analges* et caractérisé par *des ambulacres à toutes les pattes, avec l'abdomen bilobé* : ce genre devra prendre le nom de *Megninia* (Berlese, 1883). — Il faut écarter du genre *Alloptes* (Canestrini, 1879), ayant pour type *A. crassipes* (Can.), non seulement *toutes les espèces dont la femelle n'a pas l'abdomen fourchu* (nos genres *Pseudalloptes* et *Pteralloptes*), mais encore, à plus forte raison, les Acariens parasites des Coléoptères (*Alloptes cerambycis*, Can., etc.), qui n'appartiennent même pas à la sous-famille des *Analgesinæ*.

*Tableau des Genres de la sous-famille des* ANALGESINÆ.

A. Pas de ventouses copulatrices chez le mâle : *Dermoglypheæ*.
- *a*. Palpes ordinaires : pas de plaque de l'épistome ........ 1. *Anoplites*, g. n.
- *b*. Palpes dilatés en palettes : une plaque à l'épistome ........ 2. *Dermoglyphus* (Mégnin).

B. Des ventouses copulatrices chez le mâle :
- *A*. *Femelle* adulte ayant toujours l'*abdomen entier*, sans prolongements autres que des poils :
  - A. Mâles peu différents des femelles par le développement des pattes postérieures : *Pterolicheæ*.
    - aa. Toutes les pattes sensiblement égales dans les deux sexes :
      - *a*. Pattes des deux paires postérieures sous-abdominales ........ 3. *Freyana* (Haller).
      - *b*. Pattes postérieures à insertion latérale :
        - *aa*. Mandibules normales ........ 4. *Pterolichus* (Robin).
        - *bb*. Onglet inférieur des mandibules allongé en faucille ........ 5. *Falciger*, g. n.
    - bb. Pattes postérieures un peu inégales chez le mâle :
      - *a*. Pattes de la quatrième paire atrophiées et sous-abdominales :
        - *aa*. Deux formes de mâles, l'une à rostre normal, l'autre à mandibules énormes ........ 6. *Bdellorhynchus*, g. n.
        - *bb*. Rostre toujours normal chez le mâle ........ 7. *Paralges*, g. n.
      - *b*. Pattes de la quatrième paire plus développées que les autres :
        - *aa*. Toutes les pattes terminées par des ambulacres ........ 8. *Pseudalloptes*, g. n.

*bb*. Pattes de la quatrième paire terminées par un ongle (sans ambulacre)............. 9. *Xoloptes* (Canestrini).

B. Mâles très différents des femelles par le développement des pattes postérieures : *Analgeseæ*.

aa. Pattes antérieures inermes : celles de la troisième paire plus grandes que les autres....... 10. *Pteronyssus* (Robin).

bb. Pattes antérieures épineuses :

*a*. Pattes de la quatrième paire plus grandes que les autres.............................. 11. *Pteralloptes*, g. n.

*b*. Pattes des troisième et quatrième paires plus grandes que les autres.................... 12. *Protalges*, g. n.

*c*. Pattes de la troisième paire plus grandes que les autres :

*aa*. Pattes de la troisième paire terminées par un ongle : abdomen entier.............. 13. *Analges* (Nitzsch).

*bb*. Toutes les pattes terminées par des ambulacres : abdomen bilobé................ 14. *Megninia* (Berlese).

*B*. *Femelle* adulte ayant l'*abdomen bilobé*, et chaque lobe terminé par des appendices gladiformes ou sétiformes : *Proctophyllodeæ*.

*a*. Pattes de la quatrième paire plus grandes que les autres chez le mâle................ 15. *Alloptes* (Canestrini).

*b*. Toutes les pattes sensiblement égales :

*aa*. Abdomen du mâle rétréci en arrière en forme d'appendice uni ou bilobé......... 16. *Pterocolus* (Haller).

*bb*. Abdomen du mâle tronqué et portant des appendices foliacés...................... 17. *Proctophyllodes* (Robin).

*cc*. Appendices de l'abdomen du mâle réduit à l'état d'aiguillons ou de soies............ 18. *Pterodectes* (Robin).

*dd*. Abdomen du mâle légèrement bilobé sans prolongements foliacés : femelle à lobes renflés simplement sétifères ............ 19. *Pterophagus* (Mégnin).

GÉOLOGIE. — *Sur le cipolin de Paclais (Loire-Inférieure).* Note de M. STAN. MEUNIER.

« Ayant eu récemment l'occasion de visiter le gisement de cipolin de Paclais, près de Montoire (Loire-Inférieure), découvert par Bertrand-Geslin et décrit en 1859 par M. Lory, j'ai été frappé des différences de l'état actuel du terrain avec la disposition observée par ce dernier géologue. La figure insérée par lui dans le *Bulletin de la Société géologique de France* [1]

[1] Volume XVII (2e série), p. 20.

montre, au travers du calcaire constituant la surface du sol, des filons plus ou moins verticaux et relativement minces ($0^m,20$ à $0^m,80$) de pegmatite à grands éléments. Or la coupe que j'ai relevée avec grand soin dans la même localité ne m'a rien montré de semblable : sur le front de taille oriental de la carrière de Paclais, une assise de calcaire de $2^m,50$ d'épaisseur est comprise entre deux nappes de pegmatite dont la plus inférieure n'est visible que sur $0^m,50$ et se perd dans la profondeur, tandis que l'autre, superposée au cipolin, mesure près de $3^m$. Cette dernière est elle-même surmontée de $2^m,90$ environ d'un terrain meuble argileux rempli de boules pierreuses. On ne peut douter que cette assise superficielle ne dérive du gneiss qui abonde dans le pays et ne représente le résultat de sa décomposition sur place. C'est, en effet, une argile quartzifère et très micacée : les boules ne sont autre chose que des blocs ayant résisté plus que les parties voisines aux agents de démolition.

» Dans la portion qui, au moment de ma visite, n'était ni inondée ni recouverte de déblais, le sol, au fond de la carrière, présentait deux couches de calcaire de $1^m$ à peu près d'épaisseur, dirigée du nord-ouest au sud-est et alternant avec trois filons parfaitement parallèles de pegmatite dont l'épaisseur est sensiblement la même. Au contact de l'un des filons, le calcaire constitue une couche de $0^m,10$ environ, largement spathique, associée à des feuillets de gneiss surmicacé.

» A Paclais, le calcaire est exploité assez activement pour la fabrication de la chaux et comme pierre de construction : c'est une roche fort remarquable. A l'œil nu et mieux encore à la loupe, on y aperçoit, dans une masse saccharoïde, des paillettes de mica plus analogue par sa couleur foncée à celui du gneiss qu'à celui de la pegmatite. Un silicate vert, déjà mentionné par M. Lory, s'y révèle également; des grains jaunâtres et des particules très noires tranchent de leur côté sur le fond clair de la roche.

» Après la dissolution du calcaire, un acide très étendu laisse un résidu dont la proportion est d'autant plus grande que l'échantillon examiné a été prélevé plus près des bancs de pegmatite. Ce résidu, lavé rapidement, contient des portions attaquables par un acide plus concentré et en particulier des grains de wollastonite ou bisilicate de chaux. Après lavage à l'acide fort, la poussière séchée est encore fort complexe. Il est facile d'en séparer des grains de quartz, quelques grenats bien cristallisés, des fragments d'orthose, du mica de diverses nuances où dominent des paillettes très noires et un silicate verdâtre assez fusible en émail grisâtre et que ses propriétés rapprochent d'un minéral amphibolique. L'aimant sépare quelques

grains noirs très brillants et très fragiles dont la poussière salit le papier comme fait la magnétite.

» L'union du calcaire et de la pegmatite est si intime qu'on n'observe aucune tendance à la séparation entre les deux roches : rien n'est plus facile que de tailler des échantillons qui soient moitié cipolin et moitié pegmatite. Dans ce cas, et contrairement à l'assertion de M. Lory, on reconnaît souvent aux salbandes que le calcaire a subi une altération très notable et que la pegmatite elle-même a acquis des caractères nouveaux. C'est dans les salbandes mêmes que j'ai trouvé des grains, d'ailleurs rares, de pyrite magnétique.

» J'ai examiné une lame mince coupée de façon à être à la fois dans la pegmatite et dans le cipolin. D'un côté, le calcaire domine, reconnaissable à ses clivages en rhombes; de l'autre, l'orthose se signale par son mode d'action spécial sur la lumière polarisée. Mais, tandis que le calcaire s'est insinué dans la matière même de la pegmatite, le cipolin laisse voir divers minéraux cristallisés. Un feldspath triclinique y constitue des agrégats disséminés; le quartz, le mica, le grenat s'y voient çà et là, et avec eux le silicate amphibolique déjà mentionné.

» Bien plus encore que le marbre bleu d'Antrim, le calcaire de Paclais peut être considéré comme un type de roche métamorphique par contact, et la très haute antiquité du phénomène d'où il résulte doit augmenter encore l'intérêt de son étude.

» Quant à la pegmatite, dont l'intrusion au travers du calcaire a déterminé tous ces accidents, elle offre, pour sa part, des particularités sur lesquelles j'aurai prochainement l'occasion de revenir en traitant d'un autre pointement de roches analogues, d'ailleurs peu distant de Paclais et que j'ai soigneusement étudié. »

MICROGRAPHIE. — *Sur la nature des dépôts observés dans l'eau d'un puits contaminé*. Note de M. E. GAUTRELET.

« On sait que, lorsqu'on abandonne au repos, en vase clos, une eau contaminée par infiltrations de fosses d'aisances, il se produit dans cette eau, au bout de quelques jours, un dépôt dont la majeure partie est constituée par des flocons bruns.

» Je les ai examinés au microscope, avec un grossissement de 800 diamètres; j'ai eu soin non seulement d'écraser les flocons entre le porte-objet et la lamelle, mais de les diviser par frottement de la lamelle contre le

porte-objet. J'ai obtenu une série de parties, les unes agglomérées, les autres simples.

» Toutes ces parties étaient formées d'une cellule sphérique unique, ne présentant aucune trace de division intérieure, à parois très minces, colorées en jaune brun.

» Cette cellule porte, à sa surface extérieure, une sorte de pli épais, coloré en brun, et la divisant en quatre triangles courbes (quatre trigones), dont les sommets sont occupés chacun par une ouverture ponctuée, entourée d'un bourrelet circulaire.

» Chacune de ces cellules a un diamètre moyen de $\frac{1}{200}$ de millimètre. La nature de ces flocons est azotée, et ces flocons jouissent même, d'après mon analyse, de la faculté d'enlever à l'eau contaminée une partie de ses éléments azotés. Je les considère comme des microzoaires inconnus jusqu'alors, et auxquels, afin de rappeler leur origine et leur forme, je propose de donner le nom de *Stercogona tetrastoma*.

» Ces microzoaires se trouvent en quantité beaucoup plus considérable dans l'eau puisée à la surface qu'au fond du puits contaminé.

» L'eau du puits contaminé ne contient point d'oxygène dissous.

» Les microzoaires trouvés sous forme de flocons bruns ne sont que les cadavres de *Stercogona tetrastoma* préexistant dans l'eau contaminée, morts par manque d'oxygène en vase clos et précipités alors inertes.

» Le *Stercogona tetrastoma* me semble, pour plusieurs raisons, devoir être le Microbe typhique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les oscillations produites par l'éruption du Krakatoa.* Note de M. E. Renou, présentée par M. Hervé Mangon.

« Le journal *la Nature* a publié, dans son numéro du 19 janvier, la traduction d'un article communiqué au *Moniteur de l'Empire d'Allemagne* par M. Förster, directeur de l'Observatoire de Berlin. Cet article signale des oscillations insolites de la pression atmosphérique, à la suite de l'éruption du volcan de Krakatoa.

» Ces oscillations sont nettement indiquées sur les courbes de l'inscripteur Redier, obtenues à l'observatoire du parc de Saint-Maur; elles sont d'autant plus faciles à remarquer qu'elles se sont produites pendant un beau temps, avec un baromètre élevé et au milieu de courbes très peu accidentées.

» Le premier mouvement a eu lieu le 27 août 1883, à $1^h$ du soir : c'est

une ascension brusque de quelques dixièmes de millimètre, suivie, à $1^h 45^m$, d'un abaissement de plus de $0^m,001$ et d'ondulations assez fortes jusqu'à $5^h$ du soir. La courbe redevient tranquille jusqu'au 28, à $3^h 45^m$ du matin, où une baisse subite se produit, atteignant, à $4^h 25^m$, une chute de $0^m,002$. Elle redevient régulière après $6^h$. Deux autres ondulations moindres, mais celles-là consistant, au contraire, en élévation de $0^m,0005$, se remarquaient encore le 29 août, à $2^h$ du matin et à $3^h$ du soir.

» L'île de Krakatoa est à $6^h 54^m$ à l'est de Paris; ainsi la catastrophe a eu lieu à fort peu près vers minuit de la nuit du 26 au 27 à Paris. L'onde atmosphérique a donc mis $13^h$ à parcourir les $11500^{km}$, distance du volcan à Paris; c'est une vitesse de $246^m$ par seconde, bien moindre que celle du son dans l'air.

» La seconde oscillation est due évidemment à l'onde atmosphérique qui nous est parvenue par le chemin exactement opposé, lequel est de $28500^{km}$. La vitesse de cette seconde onde serait donc de $1000^{km}$ à l'heure ou $278^m$ par seconde, moindre encore que la vitesse du son, mais exactement concordante avec celle que M. Förster a déduite des oscillations de Berlin.

» Les autres mouvements sont produits par des ondes ayant fait un tour entier du monde, après avoir touché l'Europe une première fois. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Lueurs crépusculaires du 27 décembre, observées au sommet du puy de Dôme.* Note de M. **Alluard**, présentée par M. Jamin.

« Depuis les derniers jours de novembre jusqu'à cette époque où le phénomène continue, toutes les fois que l'horizon s'est montré découvert, le matin au lever du Soleil, le soir à son coucher, on a pu voir, à Clermont et au puy de Dôme, les lueurs crépusculaires d'un rouge orangé signalées depuis plusieurs mois sur tous les points du globe. Celles du 27 décembre 1883 méritent une attention particulière : je les ai observées au sommet du puy de Dôme dans des conditions atmosphériques bien déterminées. Ce jour-là, toutes les plaines du centre de la France étaient sous une couche de nuages de près de $1000^m$ d'épaisseur. En émergeaient seulement les cimes les plus élevées de la chaîne des Dômes, du mont Dore, du Cantal et du Forez. Le Soleil éclairait la couche supérieure des nuages qui simulait une mer tranquille parsemée d'îlots et inondée de lumière. Il en résultait une interversion de la température; à Clermont, la température moyenne du jour était $1^\circ,3$, au puy de Dôme $8^\circ$. Le vent, très faible à la station de la montagne, soufflait de l'est le matin et du nord-est à par-

tir de midi. Quant à l'état hygrométrique, il est descendu à 12 à midi; dans la journée il n'a pas dépassé 32; sa moyenne a été 21. L'air était donc très sec, quoique nous fussions à une faible distance des nuages, à $300^{m}$ environ au-dessus d'eux.

» Le ciel avait une grande pureté : aussi le coucher du Soleil fut-il très beau. Le disque solaire disparut dans la couche de nuages à $4^{h}30^{m}$ et une lueur où le rouge orangé dominait, embrassant un arc de 90°, 45° à droite et 45° à gauche du point où le Soleil s'était couché, fut visible jusqu'à $6^{h}15^{m}$. A $6^{h}$, la clarté était encore assez grande pour permettre de lire un journal. La lueur montait jusqu'à 20° au-dessus de l'horizon, et Vénus, située de ce côté, se distinguait parfaitement à travers.

» Un quart d'heure avant le coucher du Soleil, la transparence de l'air fut très légèrement troublée sur une petite étendue pendant quelques minutes entre le Soleil et moi, probablement par une bouffée d'air froid, à une hauteur dépassant le sommet du puy de Dôme. Une illumination jaune orangé apparut aussitôt : elle semblait formée par réflexion ou réfraction dans ce trouble à peine visible et dès lors très clairsemé dans l'atmosphère.

» La réflexion de la lumière sur des couches d'air très pur en apparence est un phénomène fréquent et facile à observer à la cime du puy de Dôme. Lorsque, de la tour de l'observatoire, on assiste, par un ciel sans nuages, au lever ou au coucher du Soleil, on voit successivement apparaître à l'horizon, dans toutes les directions, les couleurs de l'arc-en-ciel; celles qui persistent le plus et qui ont un éclat bien supérieur aux autres sont le rouge, le jaune et l'orangé. Si, tournant le dos au Soleil, on regarde dans une direction opposée à son lever ou à son coucher, on a devant soi une véritable illumination qui ne peut être due qu'à des réflexions sur des couches d'air de densités différentes ou à des cirrhus si disséminés qu'ils sont invisibles. L'intensité de ces illuminations, sans atteindre celle des lueurs signalées en France depuis six semaines, est souvent très grande, et parfois ne s'en éloigne pas beaucoup.

» Les lueurs crépusculaires du matin et du soir, vues du puy de Dôme, ont été très remarquables pendant l'hiver 1879-1880, et surtout celui de 1881-1882, qui a été caractérisé par une sécheresse excessive et une longue durée. Il ne faut pas oublier que, dans ces deux hivers, l'interversion de la température avec l'altitude a été fréquente et très accentuée.

» Pourquoi ne pas admettre qu'il y a souvent, dans les couches d'air de l'altitude où se forment les cirrhus ou même un peu plus haut, des par-

celles excessivement minces d'eau glacée, trop rares pour être visibles, et jouant un rôle dans les phénomènes décrits ci-dessus? C'est un peu avant le lever du Soleil que ces parcelles doivent se former, par suite de l'abaissement maximum de la température; c'est par une raison semblable, qu'elles doivent se produire aussi au moment où le Soleil se couche, et former des nuages pour ainsi dire *invisibles*, à cause de la grande dissémination de la matière qui les compose. Cela doit arriver quand l'air est très sec dans ces régions de l'atmosphère, avec un refroidissement suffisant, ainsi que nous l'avons constaté dans les observations du 27 décembre, au sommet du puy de Dôme.

» Un autre phénomène mérite aussi l'attention des physiciens. Nous sommes souvent, au puy de Dôme, au-dessus d'une couche de nuages couvrant tout le centre de la France, comme à la date du 27 décembre de l'année dernière. Elle se termine par une surface de niveau d'une régularité parfaite, et de même altitude partout. On croirait voir la surface d'une mer tranquille ou d'un immense lac. Chaque fois que nous en avons été témoin, nous l'avons constaté au moyen des repères que nous offrent les montagnes qui en émergent. Si un vent violent agite cette surface, l'apparence est celle d'une mer houleuse; mais le niveau général n'est pas changé. Il semble que l'atmosphère se partage parfois en couches d'épaisseur régulière, où les éléments météorologiques diffèrent d'une manière notable. Cette circonstance est sans doute la cause de beaucoup de phénomènes; son étude ne pourra se faire que dans les observatoires de montagne.

» Lorsqu'on gravit les pentes du puy de Dôme, on est quelquefois surpris de passer subitement, sans transition pour ainsi dire, d'une couche d'air calme dans une couche d'air très agité, où la vitesse du vent atteint $10^m$ à $15^m$ par seconde. D'autres fois, c'est la température qui varie de quelques degrés, avec la même rapidité. S'il y a des variations aussi brusques dans des couches d'air voisines, elles peuvent bien produire des réflexions de la lumière à leur séparation, réflexions qui ne deviennent apparentes qu'au moment du crépuscule. Aussi n'est-il pas besoin, suivant moi, pour expliquer les lueurs crépusculaires de ces derniers temps, de faire intervenir des poussières volcaniques apportées de Java dans les régions élevées de l'atmosphère, ou des poussières venant des espaces planétaires sur notre globe. Il suffit d'admettre un régime particulier dans des couches d'air un peu élevées, régime qui se présente souvent, et qui n'est exceptionnel maintenant que par sa durée et son intensité. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les crépuscules colorés.* Note de M. A. ANGOT.

« L'Académie a paru accueillir avec intérêt les diverses Communications relatives aux crépuscules colorés que l'on a observés plusieurs fois depuis la fin de novembre; elle me permettra d'ajouter quelques mots, non pas tant pour apporter de nouveaux détails que pour rappeler des observations anciennes, auxquelles on ne semble pas jusqu'ici avoir fait allusion.

» Dans le *Cours de Météorologie* de Kaemtz (traduction Ch. Martin, Paris, 1843), ouvrage qui se trouve entre les mains de tous les météorologistes, après une explication des phénomènes crépusculaires, on lit ce qui suit (p. 411) :

« Lorsque les vapeurs sont très élevées, tandis que les couches inférieures de l'atmosphère sont bien transparentes, le crépuscule peut durer fort longtemps. L'été de 1831 a été fort remarquable sous ce point de vue; on vit des crépuscules très prolongés depuis Madrid jusqu'à Odessa, et les journaux de l'époque sont remplis d'observations de ce genre. Ces crépuscules furent surtout remarquables les 24, 25 et 26 septembre. Le 25, le coucher du Soleil n'offrit rien d'extraordinaire, mais bientôt la couleur du ciel prit une teinte orangé très foncé; l'éclat de la lumière crépusculaire diminua lentement et passa au rouge, la partie éclairée du ciel se rétrécit de plus en plus et correspondait exactement au point où le Soleil se trouvait au-dessous de l'horizon; on la voyait encore vers $8^h$, heure à laquelle le Soleil était à 19°30′ au-dessous de l'horizon; il en fut de même des soirées suivantes, et les aurores présentèrent aussi des phénomènes extraordinaires. »

» Parmi les apparences qui ont été notées en Angleterre, où les crépuscules récents paraissent avoir excité un très grand intérêt, on trouve la coloration du ciel en rouge ou en orangé, près de l'horizon et au milieu même du jour. A ce propos, on lit encore dans Kaemtz (p. 412) :

« Nous avons déjà vu que leur durée et leur coloration (des aurores et des crépuscules) dépendent de l'état de l'atmosphère. L'air est-il rempli de vapeur vésiculaire et le ciel a-t-il pendant la journée un aspect blanchâtre, alors le rouge est plus ou moins mat et mêlé de stries grises, quelquefois d'une couleur de carmin foncé, et déjà pendant le jour la partie du ciel qui est au-dessous du Soleil paraît plus ou moins rouge.... Ainsi en hiver, dans nos climats [1], le ciel est souvent rouge pendant toute la journée, et en été par un temps pluvieux, quand des cirrhus déliés flottent dans l'atmosphère, il en est de même plusieurs heures avant la culmination du Soleil. »

» On trouvera enfin dans le même Volume (p. 498) deux Notes ajoutées

[1] Kæmtz habitait Halle (Saxe prussienne).

par Ch. Martins et qui donnent le résumé des observations classiques de Bravais sur la durée du crépuscule, sur les colorations qu'il présente et en particulier sur la teinte verte, qui joue aussi un grand rôle dans quelques descriptions récentes.

» Comme on le voit, les crépuscules colorés dont nous venons d'être témoins ont déjà été observés en 1831 sur une étendue considérable et que l'on trouverait peut-être beaucoup plus grande encore, s'il ne s'agissait pas d'une époque où les communications avec les pays lointains étaient longues et difficiles et les observations météorologiques très peu répandues.

» Nous n'entrerons pas dans la discussion des hypothèses que l'on a proposées pour expliquer ce phénomène; il est clair que, parmi ces hypothèses, on doit rejeter dorénavant celles qui, bonnes pour l'hiver 1883-1884, ne conviendraient pas à l'été de 1831. Nous ferons seulement remarquer en terminant que, pour se rendre compte de ces crépuscules, Kæmtz n'a pas eu recours à des causes exceptionnelles, volcans ou poussières cosmiques : il lui suffit de vapeurs vésiculaires et de particules de neige très élevées, tandis que les couches inférieures de l'atmosphère sont bien transparentes. »

M. Ch. Moussette présente à l'Académie une photographie reproduisant l'aspect du ciel observé dans la direction du couchant, le 18 décembre 1883, à $4^h 25^m$ du soir, quelques instants après la disparition du Soleil derrière les collines de Sèvres.

« Cette vue est prise d'Auteuil. Au premier plan, on aperçoit le sommet des arbres et des maisons de Billancourt; au second plan, les hauteurs de Meudon, Sèvres et Saint-Cloud. Une éclaircie des nuages, parallèle à l'horizon, présentait la teinte vert clair signalée par plusieurs observateurs. Le reste du ciel avait une teinte ardente, variant du rouge orangé au rouge vif, avec des zones horizontales, et d'autres s'élançant vers le zénith. »

M. Stroumbo adresse, par l'intermédiaire de M. Jamin, une Note « Sur les lueurs crépusculaires ».

M. Chapel adresse une nouvelle Note sur les mouvements du sol, observés à Dorignies. (Extrait.)

« Le fait signalé à Dorignies d'un ébranlement superficiel, restant sans écho dans les couches profondes du sol, a été constaté nombre de fois dans des tremblements de terre; je citerai les tremblements de terre de Schemnitz (1763), de Persberg (1823), de Cherbourg (1843), de Lone-Pine (Californie) (1872).

» Les catalogues séismiques renferment d'assez nombreux exemples du fait signalé à Dorignies. Je n'ai pu découvrir aucun cas du phénomène inverse. On pourrait regarder, d'après cela, comme probable que les ébranlements séismiques sont naturellement plus sensibles à la surface du sol qu'à une certaine profondeur.

» J'ajouterai enfin que le jour même où s'est produit le tremblement de Dorignies, d'autres se sont fait sentir en divers lieux : en France même, la ville d'Argelès (Hautes-Pyrénées) a éprouvé d'assez violentes secousses. »

M. D. Mendeleeff adresse à l'Académie un Mémoire « Sur la dilatation des liquides ».

M. Maumené adresse une Note « Sur les hydrates alcalins ».

M. Duffaud demande et obtient l'autorisation de retirer un Mémoire intitulé : « Étude sur les formes rationnelles à donner aux grands supports isolés en maçonnerie », Mémoire sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

### Ouvrages reçus dans la séance du 14 janvier 1884.

*Recueil de Mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires, rédigé sous la surveillance de la Commission d'Hygiène publique et publié par ordre du Ministre de la Guerre* (2e série), t. X. Paris, J. Dumaine, 1883; in-8°.

*Paléontologie française ou description des fossiles de la France;* 1re série : *Animaux invertébrés. Terrain jurassique,* liv. 64 et 65. Paris, G. Masson, 1884; 2 liv. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

*Etude sur les épices, aromates, condiments, sauces et assaisonnements; par* C. Husson (de Toul). Paris, Dunod, 1883; in-8°.

*Des mouvements périodiques du sol accusés par des niveaux à bulle d'air* (cinquième année); *par* M. Ph. Plantamour. Genève, 1883; in-8°. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles.*)

*Sur l'origine des pierres tombées du ciel; par* José-J. Landerer. Sans lieu ni date, opuscule in-8°. (Extrait des *Anal. de la Soc. Esp. de Hist. nat.,* t. XII; 1883.)

*Quelques déterminations myologiques; par* A. Lavocat. Toulouse, Imp. Durand, 1883; br. in-8°.

*Sur quelques anomalies apparentes dans la structure des queues cométaires; par* Th. Bredichin. Moscou, 1883; br. in-8°.

*Meteorological Atlas of the British Isles. — The quarterly weather Report of the meteorological Office.* New series. — *Hourly readings,* 1882. London, J.-D. Potter, 1883; 3 vol. in-4°.

*Report of the second meeting of the international meteorological Committee, helt at Copenhagen august* 1882. London, J.-D. Potter, 1883; in-8°.

*Sunshine records of the United Kingdom for* 1881. *Reduced from the original traces from* 31 *stations.* London, J.-D. Potter, 1883; in-8°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 28 JANVIER 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

---

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection faite par l'Académie de M. *Haton de la Goupillière*, à la place d'Académicien libre devenue vacante par suite du décès de M. *de la Gournerie*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Haton de la Goupillière** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE. — *Étude spectrale du groupe de raies telluriques nommé $\alpha$ par Angström.* Note de M. **A. Cornu**.

« La continuation de mes études sur les raies telluriques des régions les plus lumineuses du spectre solaire m'a conduit naturellement à examiner en détail le groupe $\alpha$, découvert par Brewster, situé dans l'orangé,

entre les raies C et D de Fraunhofer. Ce groupe, d'apparence complexe ([1]), mérite une attention toute spéciale; d'abord il devient extrêmement intense lorsque le Soleil s'approche de l'horizon, ce qui dénote dans l'atmosphère terrestre la présence d'un élément doué d'un pouvoir absorbant considérable et dont l'étude s'impose nécessairement. Angström a depuis longtemps reconnu que la substance absorbante qui le produit n'est pas la vapeur d'eau, car il persiste aux plus grands froids des hivers de Suède. En second lieu, ce groupe, bien que situé dans une région déjà assez sombre, reste très visible, même avec une forte dispersion, lorsque le Soleil atteint l'horizon : l'étude peut donc en être suivie à toute époque de la journée.

» L'Atlas d'Angström est malheureusement assez incomplet dans cette région : il a donc fallu commencer par refaire la carte de ce groupe en adoptant une échelle quatre ou cinq fois plus grande. Les premières journées d'observation (août et septembre 1883, Courtenay, Loiret) se passèrent à relever les raies visibles et à noter leurs variations relatives avec la hauteur du Soleil. Comme mes devanciers, je ne vis d'abord qu'un amas complexe de lignes sombres, distribuées irrégulièrement comme les raies telluriques voisines de D; mais de cette confusion sortit tout à coup une régularité singulière lorsque je parvins à démêler avec certitude les diverses espèces de raies qui se superposent dans ce groupe et qui appartiennent au moins à trois catégories distinctes. Il n'est peut-être pas sans intérêt d'indiquer brièvement la marche suivie pour atteindre ce résultat.

1° *Raies d'origine solaire.* — Avec le réseau Rutherfurd dont je faisais d'abord usage (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 801), la distinction des raies telluriques d'avec les raies solaires se faisait par la considération des intensités relatives à diverses hauteurs du Soleil. Cette détermination est extrêmement longue et pénible : elle exige des séries d'observations de plusieurs heures faites dans des conditions météorologiques à peu près constantes, et les résultats ne sont décisifs que si les raies à comparer sont voisines comme distance et comme intensité. Ayant reçu de M. le professeur Rowland un magnifique réseau sur métal que l'Université John Hopkins de Baltimore a gracieusement offert à l'École Polytechnique, j'essayai une méthode permettant d'abréger le travail et de déterminer, à la simple inspection, les raies d'origine solaire. Grâce à la dispersion des spectres, à

---

([1]) Voir *Madeira spectroscopic*, par M. C. Piazzi Smyth, et l'Atlas de M. Fiévez.

l'intensité et à la perfection des images de cet admirable réseau [1], la réussite a été complète.

» Le principe de la méthode est le déplacement des raies dans le spectre de la lumière émise par une source en mouvement absolu ou relatif, principe énoncé pour la première fois en 1849 par notre illustre Confrère M. Fizeau, dans un Mémoire rectifiant les idées de Doppler. Ce déplacement des raies spectrales a été depuis considéré bien des fois par divers spectroscopistes (Secchi, Huggins, Zöllner, etc.), mais c'est à M. Thollon qu'on doit l'expérience où le déplacement dû à la rotation du Soleil a été mis hors de doute : l'artifice très élégant, imaginé par M. Thollon, consiste à comparer à des raies telluriques fixes les raies solaires, qui se déplacent suivant qu'on prend comme source l'une ou l'autre extrémité de l'équateur solaire (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 369). Par cette observation différentielle l'auteur s'est mis à l'abri des effets de parallaxes auxquels les dispositifs employés jusqu'ici à ces mesures peuvent donner lieu.

» L'analyse des conditions optiques de la formation des images m'a permis de faire faire à la question un pas de plus et de rendre absolue l'observation relative que M. Thollon a si bien utilisée à la démonstration du principe de M. Fizeau.

» Voici comment on doit opérer : on projette sur la fente du collimateur l'image très petite du disque solaire produite par une lentille achromatique de $0^m,10$ à $0^m,12$ de distance focale : on fait *osciller rapidement* (deux à trois fois par seconde) la lentille, de manière à amener alternativement les deux bords du disque tangentiellement au même point de la fente. On voit alors les raies d'origine solaire osciller comme la lentille, tandis que les raies telluriques restent fixes : les grains de poussière dont le fil horizontal du réticule est toujours parsemé servent de repères très commodes. L'amplitude de ce balancement des raies mobiles est d'autant plus grande que la direction de l'équateur solaire est plus près d'être normale à la fente; mais, grâce à l'oscillation rapide qu'on donne à l'image, le balancement est si net qu'il est reconnaissable à peu près dans toutes les orientations de l'équateur solaire. Au moindre balancement, il se produit même

---

[1] La surface striée ne mesure pas moins de $0^m,06$ (longueur des traits) sur $0^m,08$ de largeur : la distance constante des traits est égale à $0^{mm},001760$. L'appareil d'observation se compose d'un collimateur de $1^m,18$ de longueur focale ($0^m,090$ d'ouverture) et d'une unette de $1^m,40$ (0,105 d'ouverture) : l'angle des angles optiques est fixe (environ $42°$) de manière à observer le deuxième spectre sous une incidence presque normale.

une singulière illusion : les raies mobiles paraissent se détacher en relief et osciller en avant du plan des raies fixes.

» L'emploi d'une très petite image solaire en oscillation rapide ([1]) constitue déjà un perfectionnement notable à la méthode ordinairement employée; mais il reste à indiquer les conditions que doivent remplir les appareils, conditions sans lesquelles le phénomène perd sa netteté et se réduit à l'apparence différentielle de M. Thollon, au lieu d'offrir le phénomène absolu qu'il importe d'obtenir.

» La première condition est bien connue : le plan de l'image du disque solaire doit coïncider exactement avec la fente du collimateur; mais la seconde est non seulement négligée dans les spectroscopes, mais elle est même parfois rejetée comme défavorable à la beauté des images.

Cette condition est l'*aplanétisme* de l'image spectrale : elle consiste à faire coïncider, dans le plan du réticule de la lunette d'observation, les foyers des deux systèmes rectangulaires de lignes qu'on peut apercevoir dans le champ, à savoir les raies spectrales et les stries transversales causées par les défauts de la fente du collimateur ([2]). On reconnaît aisément que, si ces condi-

---

([1]) Le balancement des raies est tellement favorable qu'il rend visible des déplacements qui passeraient inaperçus sans cet artifice : on s'en convainc en opérant *statiquement;* à cet effet, on interpose entre la fente et la lentille collectrice un prisme biréfringent qui permet de rendre tangents normalement à la fente les deux bords opposés du disque solaire. Les raies telluriques restent rectilignes, les raies solaires sont inclinées et brisées. La brisure qui caractérise la double déviation n'est bien nette que lorsque l'orientation du disque solaire est voisine du maximum d'effet. Il est juste d'ajouter que ce mode opératoire diminue au moins de moitié l'intensité générale du champ de vision.

Néanmoins c'est celui qu'on doit appliquer à la distinction des raies telluriques et solaires par la *photographie* dans les régions infra-rouge ou ultra-violette. Il est alors utile d'employer le dispositif bien connu du prisme à réflexion totale pour orienter l'équateur solaire dans la direction la plus favorable, c'est-à-dire parallèlement à la fente du collimateur. Des essais préliminaires m'ont prouvé qu'on ne saurait trop s'attacher à réaliser la rigueur des conditions focales dont il est ici question pour obtenir sur les clichés des résultats probants.

([2]) Dans le Mémoire détaillé, je donnerai la manière de corriger les spectroscopes de cette erreur d'aplanétisme, erreur généralement considérée comme avantageuse (comme dans les réseaux concaves), parce qu'elle débarrasse le champ de vision des stries horizontales à peu près inévitables.

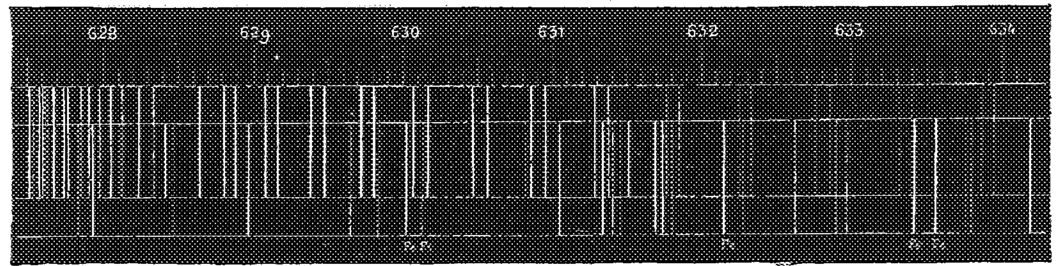
Il suffira de dire ici que cette correction s'obtient très aisément avec les réseaux, sans lentille auxiliaire, par la variation méthodique du tirage du collimateur et l'observation séparée des foyers des deux espèces de raies : les stries horizontales suivent la loi ordinaire des foyers conjugués, comme si le réseau n'existait pas; les raies spectrales sont soumises à une loi

tions sont remplies, le déplacement des faisceaux concentrés exactement dans le plan de la fente par la lentille collective est sans influence sur la position des raies spectrales, quelle que soit la loi de variation des intensités successives des faisceaux; tandis que, dans le cas contraire, il peut se produire un déplacement anormal, ou *parallaxe* des images : de là l'impossibilité d'obtenir la fixité absolue des raies telluriques lors du balancement de la lentille collectrice. C'est probablement faute d'avoir eu égard à cette seconde condition que l'on n'a pas jusqu'ici obtenu cette fixité parfaite nécessaire à la rigueur des résultats. Lorsque les plans de toutes les images focales remplissent bien la condition de coïncidence indiquée ci-dessus, la distinction des raies solaires et telluriques devient immédiate : on interroge, en quelque sorte individuellement, chaque raie; elle répond, par sa fixité qu'elle est d'origine terrestre, par son balancement qu'elle est d'origine solaire.

» La figure ci-après met en évidence les principales raies métalliques du groupe $\alpha$ (raies prolongées vers le bas) : presque toutes sont comparables en intensité aux raies telluriques voisines, ce qui produit la complexité apparente du premier abord. L'examen attentif de ces raies métalliques,

GROUPE TELLURIQUE $\alpha$ (ANGSTRÖM).

m .
n .
p .




(L'échelle est double de celle de l'Atlas d'Angström.

LÉGENDE.

*m*, raies d'absorption de l'atmosphère sèche (raies du spectre complet prolongées vers le haut), le Soleil étant à quelques degrés de l'horizon;

*n*, spectre complet;

*p*, raies d'origine solaire (raies du spectre complet prolongées par le bas).

Les raies attribuées à la vapeur aqueuse sont celles qui ne sont prolongées ni vers le haut ni vers le bas.

---

différente, de sorte qu'il est toujours possible de déterminer le plan où les deux systèmes de foyers coïncident.

Avec les spectroscopes à prismes, la correction sans lentille auxiliaire est moins simple : on l'obtient par une rotation convenable des prismes relativement à la position du minimum de déviation

sous une grande dispersion, montre que leur aspect est tout autre qu'on ne le croit généralement. Parmi les plus fortes, quelques-unes (telles que $\lambda = 627,94$; $628,97$; $629,84$; $630,03$; $630,13$, etc.) paraissent grises, larges et estompées sur les bords, caractère ordinaire des bandes d'absorption à froid; au contraire, les raies telluriques sont nettes, comme tracées au tire-ligne, et d'un noir très accentué. Cette sorte d'interversion des caractères ordinaires apportait une difficulté de plus à l'étude de cette région et, sans la méthode du balancement des raies, il eût fallu bien du temps pour éviter les confusions ([1]).

» 2° *Raies dues à l'atmosphère sèche.* — Le départ des raies d'origine solaire étant effectué, les principales raies telluriques qui subsistent (raies prolongées vers le bas, figure ci-dessus) forment deux séries inégales de doubles raies dont l'aspect cannelé rappelle immédiatement celui des groupes telluriques A et B, si bien étudiés par M. Langley (*Proceedings of the American Academy*, 1878). Plus on examine ces trois groupes, plus l'analogie devient frappante; on retrouve, ligne pour ligne, les moindres détails de structure, si bien qu'on doit les considérer comme formant véritablement trois groupes harmoniques, analogues à ceux que présentent les spectres des éléments métalliques (doublets de l'aluminium, du calcium; triplets du magnésium, du zinc, du cadmium, etc.).

» Cette identité de structure conduit forcément à admettre que le groupe $\alpha$ est produit par le même élément absorbant que A et B : c'est ce que pensait Angström, d'après ses observations hivernales; l'étude ci-dessus en constitue une véritable démonstration. La conséquence qu'on en déduit est fort importante : d'après des expériences directes, M. Egoroff (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 555) a annoncé que les groupes A et B doivent être attribués à l'absorption par l'oxygène de l'air ([2]). Il faut en conclure que $\alpha$

---

([1]) Le Mémoire de M. C. Piazzi Smyth, *Madeira spectroscopic*, en fournit une preuve : les deux Planches (IX et X) consacrées à la comparaison du groupe $\alpha$ aux grandes et aux faibles hauteurs du Soleil au-dessus de l'horizon présentent un relevé très détaillé de toutes es raies avec leurs intensités respectives dans les deux cas : malgré la variété et le nombre des observations qu'elles représentent, la distinction des raies telluriques n'a pas été assez frappante pour mettre en évidence la symétrie de leur répartition, de sorte que l'analogie du groupe $\alpha$ avec B et A paraît avoir complètement échappé à l'éminent astronome royal d'Écosse. Ces deux Planches (IX et X) reproduisent fidèlement l'aspect complexe que présente le groupe $\alpha$ lorsqu'on l'examine pour la première fois.

([2]) M. Piazzi Smyth (*Madeira spectroscopic*, p. 14) était, de son côté, arrivé à soupçonner ce résultat : « .... Je puis peut-être mentionner que j'ai récemment (novembre 1881)

est également dû à l'oxygène. Comme l'intensité des groupes A, B, $\alpha$ va en diminuant, on comprend comment l'auteur, ayant observé A d'abord, puis B, déjà très faible, n'a pu apercevoir $\alpha$ [1].

» 3° *Raies de la vapeur aqueuse.* — En dehors des raies solaires et de celles de la série précédente, on observe encore des raies qui prennent aux basses hauteurs du Soleil une intensité considérable; elles ont un aspect particulier qui les distinguerait à la rigueur des groupes précédents, mais leur caractère propre est de s'effacer presque entièrement lorsque l'atmosphère est froide et sèche : c'est ce que j'ai constaté définitivement le 24 janvier dernier, où le point de rosée s'est abaissé à $-3°,2$; dans le voisinage des raies D, les raies telluriques avaient presque disparu; il est donc naturel de les attribuer, comme les raies voisines de D, à l'absorption causée par la vapeur d'eau. Les principales d'entre elles sont indiquées sur la figure par des lignes qui ne sont prolongées ni vers le haut, ni vers le bas ($\lambda = 628,13$; $628,44$; $631,51$).

» Pour terminer, je ferai remarquer que la comparaison de ces diverses espèces de raies entre elles pourra conduire, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de l'exposer (*Journal de l'École Polytechnique*, LIII[e] Cahier), à des résultats intéressant la Météorologie et l'Astronomie. Les raies du groupe $\alpha$ appartenant à l'atmosphère sèche auront l'avantage de présenter une échelle régulière d'intensité qui facilitera les mesures absolues.

» En résumé, la présente étude du groupe $\alpha$ a conduit d'abord à une méthode pratique pour distinguer à la simple inspection les raies d'origine

---

découvert une configuration des lignes du spectre de l'oxygène à basse température toutes différentes de celles de l'azote, mais ayant un grand air de famille avec les séries de lignes qu'on trouve dans ce mystérieux groupe $\alpha$ (*a strong family resemblance to the bandelets of lines in this mysterious $\alpha$ band*). » (*Trans. R. Soc. Edinburgh*, 1880-81.) Toutefois, dans le spectre de l'oxygène publié par l'auteur, il ne se trouve aucune raie coïncidant avec le groupe $\alpha$.

(1) Les inverses des longueurs d'onde, des lignes homologues dans les trois bandes A, B, $\alpha$ sont à fort peu près en progression arithmétique : on est ainsi amené à prévoir la position approximative d'autres bandes complétant une série plus étendue. Dans l'infra-rouge, la Carte publiée par M. W. de W. Abney (*Philosoph. Transactions of the Roy. Soc.*, 1880) montre en effet des groupes d'apparence très analogue; mais la définition des raies n'est pas assez parfaite pour qu'on puisse établir une concordance décisive.

Du côté du jaune, le calcul indique la possibilité d'une bande harmonique dans la position de la bande tellurique $\delta$ (Angström); cette bande subsiste en effet par les plus grands froids; mais le groupe est si complexe et les raies sont si faibles que je n'ai pu encore parvenir à les ramener au type AB$\alpha$.

terrestre et celles d'origine solaire; elle a permis ensuite d'établir la relation intime de ce groupe avec les bandes A et B de Fraunhofer; enfin elle a pour conséquence d'attribuer ce groupe à l'absorption par l'oxygène de l'air. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Remarques sur la loi de Faraday et sur la loi découverte par M. Bouty*. Note de M. **Wurtz**.

« La loi découverte par M. Bouty, concernant la conductibilité des solutions salines très étendues, présente un lien avec la loi de Faraday, ainsi que M. Berthelot l'a fait remarquer. Notre confrère est d'avis que l'interprétation de ces lois devient plus obscure et plus compliquée lorsqu'on les exprime au moyen des poids atomiques. Je demande la permission de présenter une observation à ce sujet.

» Les différents chlorures soumis à l'action d'un même courant laissent déposer, au pôle négatif, des quantités de métaux équivalentes à 1 atome de chlore [1].

» Ainsi, pour 1 atome de chlore mis en liberté au pôle positif, les quantités de métaux déposés au pôle négatif dans l'électrolyse des chlorures $NaCl$, $Cu^2Cl^2$, $CuCl^2$, $BiCl^3$, $SnCl^4$, $Fe^2Cl^6$ sont Na, $\frac{Cu^2}{2}$, $\frac{Cu}{2}$, $\frac{Bi}{3}$, $\frac{Sn}{4}$, $\frac{Fe^2}{6}$, et ces quantités sont strictement équivalentes, mais ne répondent nullement aux « équivalents » dans le cas des chlorures cuivreux, bismuthique, stannique, ferrique.

» De même, dans l'électrolyse des composés hydrogénés $HCl$, $H^2O$, $H^3Az$, pour 1 volume ou 1 atome d'hydrogène mis en liberté au pôle négatif, on recueillera au pôle positif 1 volume de chlore, $\frac{1}{2}$ volume d'oxygène, $\frac{1}{3}$ de volume d'azote [2]. Ces dernières quantités sont strictement équivalentes, et l'on ne saurait soutenir que $\frac{1}{3}$ de volume d'azote représente 1 « équivalent » d'azote.

» Il ne s'agit donc ici ni d'une question de poids atomiques, ni d'une question « d'équivalents » dans le sens attaché ordinairement à ce mot, mais d'une question de valence ou d'atomicité des éléments, ainsi que M. Salet [3] l'a établi dès 1867.

---

[1] Voir Ed. Becquerel, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XI, p. 162.

[2] A.-W. Hofmann, *Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft*, 1869, p. 244.

[3] *Laboratory*, 1867, p. 247, et *Jahresbericht*, 1867, p. 117.

» C'est cette notion de valence, précisée par la théorie atomique, qui s'est substituée à la notion ancienne des équivalents. Celle-ci ne simplifie nullement l'énoncé de la loi de Faraday, car on vient de rappeler que, dans le cas de l'électrolyse de l'ammoniaque, de certains chlorures et de tous les sels correspondants, les quantités d'hydrogène ou de métaux, mises en liberté au pôle négatif, ne répondent nullement aux équivalents adoptés.

» M. Bouty vient de démontrer que la résistance électrique des solutions salines est la même lorsque ces solutions renferment des quantités équivalentes de métal. Mais les chlorures qu'on vient d'indiquer ne renferment pas des quantités équivalentes de métal, et il y a lieu de croire que des *molécules*, si différentes par leur forme et leurs grandeurs relatives, opposeront au courant des résistances *moléculaires* différentes. On peut prévoir qu'il en serait de même pour la conductibilité *moléculaire* du nitrate, du sulfate, du phosphate et du pyrophosphate sodique

$$NaAzO^3,\ Na^2SO^4,\ Na^3PhO^4,\ Na^4Ph^2O^7.$$ »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les ondulations atmosphériques attribuées à l'éruption du Krakatoa et sur la tempête du samedi 26 janvier.* Note de M. C. **Wolf.**

« J'ai vérifié sur les courbes de l'enregistreur barométrique de M. Rédier, qui fonctionne à l'Observatoire, l'existence des accidents signalés par M. Renou, dans la dernière séance, et qu'il attribue, d'après M. Fœrster, à l'ébranlement atmosphérique produit le 27 août 1883 par les éruptions du volcan de Krakatoa. Ces accidents sont reproduits à Paris exactement tels que les a observés M. Renou au parc Saint-Maur. Sont-ils les mêmes qu'a observés M. Fœrster à Berlin, et ont-ils l'origine que leur a attribuée ce savant?

» Pour m'en assurer, voici comment j'ai conduit le calcul :

» Les deux ondes observées à Paris se sont produites le 27 (jour astronomique), l'une à $1^h 50^m$, l'autre à $16^h 20^m$, intervalle $14^h 30^m$. La différence des chemins parcourus suivant le grand cercle qui passe par Paris et Anjer par les deux ondes se propageant, l'une de l'est à l'ouest, l'autre en sens contraire, est $28503^{km} - 11497^{km} = 17006^{km}$ : d'où l'on conclut une vitesse de propagation de $1173^{km}$ par heure.

» Il est très remarquable que la vitesse, ainsi déterminée indépendamment de toute hypothèse sur l'heure de l'ébranlement originel, soit presque exactement celle du son, $327^{km}$ par seconde.

» Pour parcourir à cette vitesse $11497^{km}$ d'une part et $28503^{km}$ de l'autre, les deux ondes ont dû employer, l'une $9^h 48^m$, l'autre $24^h 18^m$ : d'où l'on déduit pour l'heure du phénomène, en temps de Paris $16^h 2^m$, et en temps d'Anjer $22^h 56^m$, à peu près $11^h$ du matin, le 27 civil.

» MM. Fœrster et Renou ont admis que l'onde principale s'était produite le 27, vers $7^h$ du matin, ou à peu près à minuit de Paris. D'après un résumé des rapports des capitaines de navire qui se trouvaient aux environs du Krakatoa à l'époque de son effondrement, publié par le journal anglais *Nature* (numéro du 10 janvier 1884), il ne paraît pas s'être produit de forte détonation avant $9^h$ ou $10^h$ du matin, mais seulement de sourds grondements. Je trouve cette phrase dans le Rapport du *Charles Ball* : « At $11^h 15^m$, » there was a dreadful explosion in the direction of Krakatoa, now over » thirty miles distant. » Cette heure coïncide assez bien avec celle que je déduis des maxima de la dépression barométrique.

» A la vitesse de $1173^{km}$ par heure, le tour de la Terre est fait en $33^h 56^m$. Les ondes auraient dû se reproduire, la première le 28, à $11^h 46^m$, la seconde, $14^h 30^m$ après, soit le 29 à $2^h 16^m$. Je ne retrouve aucun accident de la courbe barométrique à ces heures, mais seulement quelques ondulations le 28, à partir de minuit (le 29, $2^h$ du matin, M. Renou), et un petit ressaut brusque (élévation) le 29 à $3^h$. L'intervalle est, cette fois, $13^h 50^m$.

» D'après l'examen des deux ondes principales du 27, il semble donc que nous nous trouvons réellement en présence d'un phénomène d'ébranlement atmosphérique, pouvant être attribué à une cause unique et se propageant avec la vitesse du son. Cependant, le problème ne me paraît pouvoir être résolu d'une façon complète que par de nombreuses comparaisons des heures d'observation des accidents si singuliers des courbes barométriques, faites par la méthode que j'ai indiquée. Ces courbes sont enregistrées aujourd'hui dans tous les points du globe et fourniront certainement des documents d'un grand intérêt pour l'importante question soulevée par M. Fœrster et M. Renou.

» Je mets sous les yeux de l'Académie l'enregistrement de la vitesse du vent et de sa direction, pendant la tempête de samedi dernier, obtenu à l'aide de l'enregistreur de M. Bourdon.

» Le vent, de direction à peu près constante, entre sud-sud-ouest et ouest-sud-ouest, a atteint sa vitesse maxima entre $9^h$ du soir et $1^h$ du matin ; cette vitesse s'élève au moins à $38^m$ par seconde, la roulette de l'enregis-

treur étant à bout de course. Le fait le plus singulier est l'arrêt brusque qui s'est produit vers $1^h$ du matin, où la vitesse est tombée tout d'un coup à $12^m$.

» L'enregistreur Rédier montre que, de $10^h 40^m$ à minuit $25^m$, le baromètre est resté à une hauteur constante de $731^{mm},4$, en baisse de $12^{mm}$ sur la pression de $1^h 30^m$; il s'est relevé rapidement jusqu'à minuit $45^m$, puis plus lentement jusqu'à midi le dimanche.

» Le thermomètre a subi également un abaissement très rapide : le minimum était de $4^o,2$ à $1^h$, en baisse de $2^o,5$ depuis $12^h 30^m$.

» La tempête avait été annoncée dès la veille par de grandes oscillations des courbes magnétiques, et en particulier de celle du déclinomètre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les troubles physiques de ces derniers temps;* par M. FAYE.

« On remarque depuis quelque temps de nombreux phénomènes exceptionnels, tels que l'effroyable explosion volcanique du Krakatoa, des ondes immenses qui parcourent la mer ou l'atmosphère en faisant le tour entier du globe, des lueurs et des colorations étranges dans le ciel, un mois de janvier qui ressemble au mois d'avril ordinaire pour la température, des oscillations étranges dans la fréquence des taches du Soleil dont le maximum semble ne pas pouvoir se produire, des dérangements non moins singuliers dans l'allure ordinaire de l'aiguille aimantée. Ce qui me frappe surtout, c'est que tous ces faits ont été prédits ou expliqués par des influences cosmiques; c'est à Jupiter, à Mars, aux essaims d'étoiles filantes qu'on les rapporte, et, comme les mouvements de ces astres sont bien connus et peuvent être calculés longtemps d'avance, il semble facile désormais de prévoir à très longue échéance les phénomènes géologiques, météorologiques, magnétiques et même solaires.

» Je crois néanmoins que cela ne doit pas nous empêcher de les enregistrer et de les étudier comme à l'ordinaire. C'est pourquoi je continuerai à communiquer à l'Académie ce que j'ai recueilli dans ces derniers temps.

» En ce qui touche la température exceptionnelle de cet hiver, je ferai remarquer que, d'après le *Times* du 19 janvier, on jouit, dans l'Amérique méridionale, d'une température estivale tout à fait extraordinaire. Il est rare, à Buenos-Ayres, qu'en été (décembre-janvier) la température dépasse

92° F. (33°,3) à l'ombre; elle a été, cette année, de 101° F. (38°,3). Le *Buenos-Ayres Standard* suppose que cette température sans précédents tient aux cinq petites comètes que notre célèbre Correspondant, M. Gould, est en train, dit-on, d'observer à Cordoba, capitale de la République Argentine. Vous voyez par là que les influences cosmiques n'ont pas moins de vogue sur l'hémisphère austral que sur le boréal. Il est bien vrai que la température de notre mois de janvier ne s'accorde pas très bien avec une prédiction toute récente qui nous avait annoncé un mois de janvier particulièrement rigoureux; mais avec les étoiles filantes il y a toujours moyen de s'arranger. Si donc on constatait une surélévation de température un peu générale à cette époque, ainsi que l'observation précédente semblerait le faire croire, il n'y aurait qu'à supposer que notre atmosphère a été envahie par un essaim de météores venant frapper la Terre avec une vitesse de 60 à $70^{km}$ par seconde, et à calculer la quantité de chaleur qui serait engendrée ainsi dans notre atmosphère par le choc de quelques kilogrammes de cette matière-là à l'état de diffusion cométaire.

» Voici, en second lieu, une observation de Soleil bleu, dans le Venezuela, qui m'a été communiquée par M. Haas. C'est, dit la *Revue de Carupano,* la première fois qu'on a vu pareille chose. Le dimanche 2 septembre, le Soleil, à son lever, était d'un très beau bleu : sa lumière était douce; on aurait dit celle de la Lune. Aucun nuage au ciel. A midi, le Soleil était plus brillant, mais toujours d'une couleur bleuâtre. Au couchant, on pouvait contempler le Soleil; autour de son disque on apercevait de nombreuses raies horizontales d'un bleu foncé sur fond de même teinte claire. A mesure que l'astre disparaissait, la teinte bleue est devenue grisâtre et, après le coucher complet, on vit une auréole splendide couleur de feu. Celle-ci a duré jusque vers les $8^h$. Les nuages présentaient les diverses teintes de l'iris et produisaient un spectacle grandiose dans cette partie du ciel. Des phénomènes analogues ont été observés à Puerto-Cabello.

» Je présente, en outre, à l'Académie les courbes photographiées du baromètre à Montsouris, en date des 27 et 28 août. On lira plus loin la Note de M. Marié-Davy à ce sujet. Enfin voici une Lettre fort intéressante de M. R. Wolf sur la marche actuelle de la fréquence des taches solaires et des variations diverses de la boussole. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'époque du nouveau maximum des taches, d'après les données de M. R. Wolf, de Zurich*; par M. **Faye**.

« M. R. Wolf m'a prié de communiquer à l'Académie une Note sur la marche actuelle des taches solaires et me demande d'exprimer mon opinion à ce sujet. Voici d'abord la Lettre de mon savant correspondant :

« J'ai l'honneur de vous adresser — je pense qu'il vous intéressera, vous et l'Académie — le résultat de ma statistique solaire pour l'année passée, et j'y joins celle de l'année précédente

| | 1882. | | 1883. | |
|---|---|---|---|---|
| | Nombre relatif. | Jours sans taches. | Nombre relatif. | Jours sans taches. |
| Janvier | 41,8 | 0 | 59,4 | 0 |
| Février | 68,8 | 0 | 45,5 | 1 |
| Mars | 66,7 | 0 | 43,3 | 1 |
| Avril | 97,0 | 0 | 83,0 | 0 |
| Mai | 63,9 | 0 | 30,1 | 1 |
| Juin | 45,5 | 0 | 77,9 | 0 |
| Juillet | 45,9 | 0 | 77,3 | 0 |
| Août | 42,7 | 0 | 46,0 | 0 |
| Septembre | 59,4 | 0 | 50,6 | 1 |
| Octobre | 53,9 | 0 | 83,1 | 0 |
| Novembre | 84,9 | 0 | 82,6 | 0 |
| Décembre | 40,5 | 0 | 75,3 | 0 |
| Moyenne | 59,3 | 0 | 62,8 | 4 |

» Il en résulte que la moyenne des nombres relatifs s'est encore un peu relevée dans l'année 1883, mais que la plus grande moyenne mensuelle appartient à l'année 1882, et que le nombre de jours sans taches (pour l'instrument normal) a été de quatre en 1883, vis-à-vis de zéro en 1882. J'ajoute la copie d'un diagramme qui représente la fréquence des taches de janvier 1877 à janvier 1884. La ligne noire correspond aux moyennes mensuelles ordinaires des nombres relatifs, la ligne rouge aux moyennes mensuelles compensées. On y voit que, depuis le minimum de 1878-1879, les deux lignes montent assez régulièrement jusqu'en avril 1882, c'est-à-dire jusqu'au moment où (voir mon travail de 1877) le maximum moyen devait entrer; mais que depuis ce temps-là il y a toute une suite de montées et de descentes (on les dirait occasionnées par des interférences), et qu'il n'y a pas moyen jusqu'à présent de déterminer, d'une manière sûre, le moment où le phénomène a passé ou passera le maximum, et *il est très intéressant que les variations magnétiques suivent les taches dans toutes leurs irrégularités*. Il va sans dire que ce sont justement ces irrégularités communes qui fournissent un témoignage irrécusable d'une intime relation entre les deux phénomènes, et l'on peut présumer (comme je l'ai dit dans le n° 60 de mes *Mittheilungen*, que j'ai envoyé dernièrement à vous et à l'Académie) que dans quelques années, lorsque

cette période anormale sera terminée, on fera un nouveau grand progrès dans la théorie de ces phénomènes compliqués et curieux. J'aimerais bien vivre jusqu'à cette époque, et réussir à couronner alors mes travaux de trente à quarante années. »

» D'après les moyennes annuelles, des nombres relatifs à la fréquence des taches, 59,3 en 1882 et 62,8 en 1883, il paraît tout d'abord que le maximum doive être reporté en 1883, et l'on vient de voir que M. Wolf lui-même doute qu'on puisse s'en tenir là. Évidemment cela l'inquiète et le préoccupe.

» Cependant le chiffre 97 au mois d'avril 1882 est si considérable que l'on est porté à le considérer comme le vrai maximum. C'est ce qui ressort d'une autre manière de grouper ces nombres, non par année, mais par semestre. On trouve alors pour les sommes :

| | | |
|---|---|---|
| 1882. | Premier semestre | 424 |
| » | Deuxième semestre | 327 |
| 1883. | Premier semestre | 339 |
| » | Deuxième semestre | 415 |

» Il s'agit donc d'un maximum en avril 1882, suivi d'ondulations présentant, en 1883, deux maxima de 83,0 et 83,1, bien inférieurs à celui d'avril 1882. C'est ce qui peut fort bien arriver pour la marche d'un phénomène périodique qui passe, rapidement et sans hésitation, d'un minimum au maximum suivant, mais qui passe lentement, par une série d'oscillations secondaires, du maximum au minimum suivant. Telle est, en effet, l'allure bien connue des taches solaires.

» Ce qui confirme cette manière de voir, c'est l'autre face du phénomène. Schwabe a découvert la périodicité, non en comptant les taches, mais seulement le nombre de jours où le Soleil n'en présente aucune. A l'époque d'un maximum, il n'y a pas de jours sans taches. A partir de là, on voit apparaître çà et là quelques jours sans taches, mais en très petit nombre. Au minimum, au contraire, il arrive souvent que le disque solaire est entièrement blanc.

» Eh bien ! en 1882, d'un bout à l'autre de l'année, on n'a pas vu un seul jour le Soleil sans qu'il fût piqué de taches ! L'année suivante, en 1883, les taches ont manqué à quatre jours différents. C'est un indice évident d'activité décroissante. Probablement le nombre des jours sans taches ira en augmentant un peu en 1884, pour croître ensuite bien plus rapidement en 1885, en 1886, en 1887, ..., jusqu'à l'époque du minimum. Il ne s'agit

donc pas ici d'un phénomène exceptionnel dans l'histoire de l'activité solaire. Du reste, nous saurons bientôt à quoi nous en tenir sur ce point.

» Quant à l'allure de l'aiguille aimantée, M. R. Wolf affirme qu'elle suit fidèlement celle des taches, même à cette époque où le maximum ne lui semble pas se dessiner avec netteté. S'il en est ainsi par toute la Terre, ce sera un argument vraiment décisif en faveur de l'opinion que les oscillations diurnes de la boussole sont régies par la fréquence des taches du Soleil. On ne comprend pas, il est vrai, qu'une telle dépendance puisse exister entre ces deux ordres de phénomènes, mais on n'est pas autorisé à nier ce qu'on ne comprend pas, par cela seul que la chose est incompréhensible. Cependant, on peut se demander si le fait est bien certain. Pour moi je conserve des doutes, et voici quelques-unes de mes raisons :

» En premier lieu, il y a contradiction frappante entre les conclusions des astronomes de Kew, qui ont démontré que les phases du mouvement de la boussole, vers 1850, *suivaient* celles des taches à cinq mois de distance, et les assertions d'autres astronomes qui ont cru au contraire constater tout récemment que l'influence des taches sur le magnétisme terrestre est immédiate.

» Or voici comment on pourrait lever cette contradiction. Supposons qu'aujourd'hui il y ait simultanéité purement accidentelle entre les deux phénomènes, et qu'il y ait entre leurs périodes une différence d'un mois environ, c'est-à-dire de $\frac{1}{130}$ de leur durée. A l'époque des observations de Carrington et de Kew, les maxima des taches auront dû avancer de trois ou quatre mois sur ceux de la boussole, et, il y a cent ans, à l'époque des observations capitales instituées par Cassini à l'Observatoire de Paris, cette avance aurait été de onze mois, ou d'une année presque entière. Or c'est ce qui a eu lieu réellement. Il suffit, pour s'en assurer, de jeter un coup d'œil sur les courbes des deux phénomènes vers 1787. Quant aux coïncidences de détail entre ces courbes à notre époque, je n'y attache pas une importance décisive, parce que les oscillations diurnes de l'aiguille sont soumises à toute sorte d'influence, purement terrestre, qu'il serait bien difficile de défalquer pour mettre en plein jour leur concordance supposée avec les taches solaires.

» Il n'en est pas moins vrai que, si j'avais tort de révoquer en doute cette concordance, si elle existait réellement, comme le croit M. Wolf dont l'autorité est si grande en ces matières, ce serait là le plus étonnant problème de la Science actuelle. »

TOPOGRAPHIE ET CARTOGRAPHIE. — *La Carte topographique régulière de l'Algérie* ; par M. F. PERRIER.

« J'ai l'honneur de présenter et d'offrir à l'Académie, au nom de M. le Ministre de la Guerre, les douze premières feuilles de la Carte topographique régulière de l'Algérie, à l'échelle de $\frac{1}{50000}$.

» Cinquante feuilles de cette carte sont levées sur le terrain et les minutes des travaux exécutés par les officiers sont déjà entre les mains des dessinateurs et graveurs du Dépôt de la Guerre, pour être bientôt reproduites et livrées au public.

» La Carte entière comprendra, pour la région du Tell seulement, environ deux cents feuilles; elle paraîtra par livraisons de six feuilles chacune et sera terminée en dix ans. Je place sous les yeux de l'Académie les deux premières livraisons.

» C'est là une œuvre considérable, originale, qui s'accomplit sous ma direction et sur laquelle l'Académie me permettra d'appeler un instant sa bienveillante attention.

» L'idée de faire une Carte de l'Algérie est contemporaine de la conquête même. A peine installés à Alger, en 1830, les ingénieurs géographes du corps expéditionnaire mesurent, vers l'embouchure de l'Harrach, une base de 5016$^m$ qui sert de côté de départ à la première triangulation du territoire d'Alger; en même temps, ils déterminent la latitude, la longitude et l'azimut d'une direction, d'abord à l'observatoire du Bureau topographique de la rue de la Fonderie, ensuite au phare même. Les années suivantes, attachés comme géodésiens topographes aux colonnes expéditionnaires et renforcés par des officiers d'Etat-Major, ils recoupent tous les points remarquables de la plaine de la Métidja, les crêtes du Sahel, celles du petit Atlas, et même quelques points des territoires de Milianah et de Médéah, levant à la boussole les territoires parcourus et ceux qu'on occupait d'une manière définitive, à mesure que les colonnes pénétraient ou prenaient racine dans l'intérieur des terres. La triangulation s'étendait ainsi de proche en proche, et, avec elle, les levés topographiques, à toute la province d'Alger.

» Des opérations analogues de triangulation et de levers sont exécutées, à partir de 1838, dans la province de Constantine et, à partir de 1844, dans la province d'Oran; et ce n'est qu'en 1854 que les travaux exécutés dans les trois provinces se rejoignent entre eux.

» La triangulation s'étend alors d'une manière à peu près continue des frontières du Maroc à celles de la Tunisie; quoique bien imparfaite, elle permet cependant d'obtenir, avec une exactitude suffisante, les positions géographiques des principaux points de l'Algérie et de raccorder entre eux les levés ou itinéraires exécutés dans les trois provinces.

» A l'aide de cet ensemble de travaux accomplis dans des circonstances difficiles, et qui ne pouvaient, par cela même, remplir les conditions de haute précision requises dans des opérations régulières, le Dépôt de la Guerre a pu confectionner un certain nombre de Cartes qui ont été fort utiles aux officiers, aux voyageurs et aux ingénieurs et constituent encore à l'heure actuelle les seuls documents originaux sérieux que nous possédions sur la topographie du sol algérien.

» Les Cartes, toutefois, à peine terminées, étaient reconnues insuffisantes. L'occupation, en effet, était désormais devenue définitive, la colonisation s'implantait rapidement dans le Tell et jusque dans la région des Hauts-Plateaux; les travaux publics, routes, chemins de fer, ports, barrages, etc., prenaient une extension considérable et il devenait urgent, pour satisfaire aux légitimes exigences des divers services, de construire une carte topographique à grande échelle de la colonie.

» C'est en 1851 seulement que le Dépôt de la Guerre put songer à doter l'Algérie d'une Carte semblable à la Carte de France, formée par des levés réguliers et assise sur une triangulation de haute précision.

» J'ai déjà fait connaître à l'Académie l'ensemble des travaux géodésiques de premier ordre exécutés dans le Tell algérien : trois bases mesurées à Blidah (1854), à Bône (1866), à Oran (1867); une grande chaîne de cent triangles courant de l'ouest à l'est entre la Tunisie et le Maroc de 1859 à 1868; des positions géographiques fondamentales déterminées directement : à Alger (1874), à Bône et à Nemours, en 1876; tous les éléments de la chaîne, longueurs des côtés, altitudes des sommets, positions en longitude et latitude, calculés en partant d'Alger et vérifiés par des observations directes aux deux extrémités.

» Sur cette chaîne, considérée comme formant l'ossature géodésique du Tell algérien, est venue se greffer la triangulation secondaire, entreprise à partir de 1864, poussée activement jusqu'en 1870, puis interrompue et reprise après la guerre, qui s'exécute encore en ce moment même aux deux confins de l'Algérie, couvrant déjà d'un réseau continu de triangles les $\frac{4}{5}$ de la surface totale du Tell, et au cours de laquelle ont été recoupés les

points topographiques remarquables du sol, koubas, églises, fermes, pics, etc.

» Les premiers levés topographiques réguliers exécutés en Algérie remontent à l'année 1867. Continués pendant les années suivantes, ils furent brusquement interrompus en 1870, et ce n'est qu'en 1879 qu'ils ont pu être entrepris à nouveau, et cette fois d'après un plan systématique bien étudié, avec des moyens d'action, personnel et matériel, proportionnés à l'importance de l'œuvre à accomplir.

» Tous les ans, vers les premiers jours de novembre, soixante officiers, capitaines, lieutenants ou sous-lieutenants de toutes armes, sont convoqués à Paris, au Dépôt de la Guerre, pour y recevoir des instructions spéciales. Ils sont aussitôt répartis en *douze* brigades, à raison de cinq officiers par brigade et trois brigades par province. Chaque brigade est dirigée par un officier du grade de chef de bataillon ou capitaine. Un lieutenant-colonel est chargé de contrôler les opérations et de leur imprimer l'homogénéité qui est indispensable.

» Chaque officier reçoit une feuille de projection, sur laquelle sont tracés, par points, de décigrade en décigrade, les méridiens et les parallèles de la région qu'il doit lever, et c'est sur cette feuille qu'il place, à l'aide du compas de proportion, les points qui lui sont donnés par leurs coordonnées en latitude et longitude.

» La projection adoptée est la même que celle de la Carte de France, projection à développement conique du colonel Bonne (improprement appelé de Flamsteed modifié). C'est la projection véritablement française, que nous avons tenu à conserver et qui convient remarquablement à l'Algérie.

» En jetant les yeux sur une Carte générale de notre colonie, on voit que l'Algérie forme comme une bande relativement étroite, dont la profondeur maxima dans le sens nord-sud est de $400^{km}$ environ, entre les parallèles de $41^{Gr}$ et de $37^{Gr}$, et qui s'étend au contraire dans le sens est-ouest sur une amplitude voisine de $13^{Gr}$.

» Si donc on imagine le cône circonscrit à l'ellipsoïde terrestre le long du parallèle moyen de $\frac{41+37}{2}$ ou $39^{Gr}$, la surface de ce cône se confondra très sensiblement, pour toute l'Algérie, avec celle de la Terre même et pourra être substituée à celle-ci pour être ensuite développée sur un plan. Ce parallèle de $39^{Gr}$ est le parallèle principal ou central de notre Carte et,

pour méridien principal, nous avons conservé le méridien de Paris qui coupe le massif du Djebel Chenoua à $13^{km}$ à l'est de Cherchell et à $66^{km}$ environ à l'ouest d'Alger, et qui peut aussi devenir un jour véritablement central, si la Carte est jamais prolongée vers l'occident.

» En adoptant les valeurs suivantes pour les dimensions de l'ellipsoïde terrestre (valeurs de Clarke), savoir

$$\tfrac{1}{2} \text{ grand axe } a = 6\,378\,253^{m},$$
$$\tfrac{1}{2} \text{ petit axe } b = 6\,356\,518^{m},$$

d'où

$$\text{aplatissement} = \frac{a-b}{a} = \alpha = \frac{1}{293,5},$$

on trouve pour le rayon du développement du cône circonscrit et tangent à la Terre le long du parallèle de $39^{Gr}$, ou rayon principal de la Carte,

$$\text{N} \cot \text{L} = \text{R} = 9\,585\,561^{m};$$

soit, à l'échelle de $\frac{1}{50\,000}$,

$$r = 191^{m},7.$$

» A l'aide des formules connues, on a calculé, de décigrade en décigrade, pour toute l'étendue de la Carte, c'est-à-dire $4^{Gr}$ en latitude et $7^{Gr}$ en longitude, les longueurs des arcs de méridiens et de parallèles, ainsi que des Tables qui permettent d'obtenir par interpolation les coordonnées rectangulaires, par rapport aux axes principaux (méridienne et perpendiculaire) des points géodésiques dont les longitudes et les latitudes sont connues. Ces Tables, analogues aux Tables de Plessis qui ont servi pour la Carte de France, constituent un travail considérable; elles seront prochainement publiées *in extenso*.

» Dans la Carte d'Algérie, les surfaces sont rigoureusement conservées; les longueurs ne subissent aucune altération dans le sens des parallèles, ni le long du méridien principal. Quant à la déformation ou altération des angles, elle est tout à fait insensible, même aux extrémités de la Carte, puisqu'au bord nord-est, où elle est maxima, elle ne dépasse pas 18′ centésimales (soit 9′43″ sexagésimales). Notre mode de développement est donc à peu près irréprochable, puisqu'il conserve à la fois les surfaces, les angles et par suite les longueurs, et qu'il pourra plus tard sans doute être maintenu, sans déformation appréciable, aux régions limitrophes du Ponant ou du Levant.

» Les levés sont exécutés sur le terrain à l'échelle de $\frac{1}{40000}$, pour être

ensuite réduits à l'échelle de $\frac{1}{50000}$ dans la rédaction et la publication de la Carte.

» Quand un terrain a été déjà l'objet de levés planimétriques antérieurs, exécutés par les services topographiques civils de la colonie, le topographe militaire reçoit à Paris une réduction au $\frac{1}{40000}$ de ces levés (cadastre, levés généraux, sénatus-consulte).

» Les levés du sénatus-consulte ne donnent que les grandes lignes de la planimétrie, les noms des tribus, douars, oueds, etc.; ils constituent un bon renseignement, mais trop inexact pour pouvoir être employé par les topographes. Au contraire, les levés généraux et le cadastre fournissent une planimétrie excellente, sur laquelle ceux-ci peuvent appuyer généralement leurs travaux d'une manière sûre. Mais ce n'est pas là le cas le plus fréquent : certaines régions, même voisines de la mer, n'ont pas été reconnues jusqu'ici, et là tout est à faire, planimétrie et nivellement, et le topographe n'emporte pas d'autre renseignement que la position et l'altitude de ses points géodésiques.

» Chaque officier est pourvu d'une boussole à éclimètre avec ses accessoires et d'un baromètre anéroïde; il doit lever une superficie de 130$^{kq}$ en moyenne. Les chefs de brigade sont pourvus d'une planchette et d'une alidade nivelatrice.

» Que le levé se rapporte à un terrain cadastré ou non, une reconnaissance préliminaire est toujours nécessaire pour rechercher les points géodésiques, les reconstruire s'ils sont détruits, en élever de nouveaux sur les points saillants du sol, et former ainsi, avec la planchette ou l'éclimètre, comme un quatrième réseau géodésique à mailles serrées.

» Le levé définitif comporte : le complétage ou les corrections de la planimétrie et le nivellement, qui se fait à l'aide de l'éclimètre, et dans quelques cas particuliers, pour les cols, les fonds de vallée, les endroits couverts, à l'aide du baromètre anéroïde.

» Quand les levés sur le terrain sont terminés, les officiers de chaque brigade sont réunis sur un point central du terrain qui présente toutes les ressources nécessaires au campement commode de toute la brigade, et l'on procède, sous la direction et le contrôle du chef, à la mise au net de la planimétrie, à l'étude et au tracé définitif des courbes de niveau, ainsi qu'à la rédaction d'un Mémoire statistique et descriptif. Ce Mémoire contient des renseignements aussi complets que possible sur l'aspect général du pays, son orographie, ses richesses végétales ou minéralogiques, ses cultures; sur la description des côtes, le régime des eaux, la nature des

voies de communication, le chiffre de la population, les races, les langues, les religions, etc.

» Un Mémoire spécial est consacré à la description, accompagnée de croquis, des ruines soit mégalithiques, phéniciennes, romaines, espagnoles ou arabes qu'on a pu relever sur le terrain.

» Enfin, si un officier a découvert une inscription importante, il doit en faire l'estampage et le rapporter à Paris.

» Dans les travaux relatifs à la Carte de France, les courbes de niveau étaient complètement considérées comme les directrices des hachures tracées suivant les lignes de plus grande pente et n'étaient pas reproduites sur la minute définitive. La confection de ces hachures était laborieuse et délicate et absorbait toute la saison d'hiver.

» Il est vrai qu'elles permettaient d'accentuer certains mouvements du sol et produisaient, par l'intensité plus ou moins grande de la teinte, un effet plastique saisissant, comparable à l'effet réel de la nature, effet que les courbes seules sont impuissantes à donner; mais elles présentaient l'immense inconvénient d'entraîner, dans les opérations de la gravure, surtout avec le cuivre, des lenteurs et un accroissement de dépenses considérables.

» C'est pourquoi, dans la Carte de l'Algérie, nous les avons supprimées; le topographe ne construit plus que les courbes et j'indiquerai tout à l'heure comment nous avons pu obtenir, d'une manière rapide, simple et peu dispendieuse, l'effet plastique sans lequel une Carte topographique ressemble fort à une Carte plate.

» Sur notre Carte du reste, comme sur la Carte de France, les cotes seules constituent des données précises. Les courbes ne sont pas, comme dans les levés à grande échelle, filées par points et ne reproduisent pas mathématiquement toutes les formes du sol, les accidents secondaires, ou les ondulations légères, qu'il est impossible d'exprimer à l'échelle ordinaire d'un levé topographique. C'est en combinant les cotes des points principaux avec les formes du sol qu'il a dessinées *de visu*, sur le terrain, en le parcourant et le contemplant sous ses divers aspects, que le topographe construit ses courbes, et celles-ci ne sauraient, en conséquence, être considérées comme offrant une représentation, pied à pied, du sol, mais seulement comme une étude très approchée, ou plus exactement comme étant les sections équidistantes, de $10^m$ en $10^m$, d'une surface enveloppe ayant un contact intime avec la surface de la Terre.

» L'orthographe des noms est l'objet de soins tout particuliers; les

topographes doivent, pour éviter des erreurs grossières, demander ces noms à des Arabes du voisinage, les écrire eux-mêmes en français en tâchant de reproduire le mieux possible la prononciation arabe ou kabyle, et les faire écrire ensuite, à côté, en caractères arabes, par des indigènes lettrés. Ces noms sont l'objet, plus tard, d'un premier contrôle de la part des officiers ou interprètes du chef-lieu du cercle ou de la subdivision, et, enfin, lorsque le calque des écritures est terminé, il est soumis à l'examen d'un interprète principal de l'armée qui opère une dernière revision, en se conformant, pour l'orthographe des noms, au vocabulaire de MM. de Slane et Gabeau.

» Lorsque les minutes des levés sont remises au service du dessin, elles sont d'abord découpées et assemblées en feuilles; les dessinateurs font ensuite des calques complets de ces minutes, qui permettent d'obtenir, par les procédés connus de la Photozincographie, à l'échelle de $\frac{1}{50000}$, une maquette sur zinc, d'où l'on tire enfin, pour guider le travail du graveur, autant de faux décalques que la Carte comporte de couleurs.

» Chaque feuille publiée est limitée par un cadre de $0^{m},64$ de base sur $0^{m},40$ de hauteur; elle correspond, dans la nature, à un rectangle de $32^{km}$ sur $20^{km}$ et embrasse par conséquent une superficie de $640^{kmq}$, soit, pour fixer les idées, exactement le $\frac{1}{4}$ de la superficie d'une feuille de la Carte de France au $\frac{1}{80000}$. Le format que nous avons adopté est commode, ni trop grand, ni trop petit, et se prête aisément aux délicates opérations du repérage.

» Notre Carte est gravée sur zinc. Ce métal permet d'obtenir, comme la pierre et à un degré au moins égal, sinon supérieur, une gravure artistique rapide. Mais il possède, en outre, des avantages si considérables au point de vue de la dépense, des frais et des difficultés de conservation, de logement et de manutention, que nous avons, depuis plusieurs années, au Dépôt de la Guerre, abandonné la pierre pour le zinc dans tous les travaux nouveaux de gravure ou de dessin, au crayon et à la plume, aussi bien que pour tous les tirages en noir et en couleurs, à bras et à la machine.

» Le Tableau suivant [1], dont nous avons pu vérifier l'exactitude, fait ressortir ces avantages de la manière la plus frappante; il résume la comparaison, comme valeur, poids et volume, de 7500 zincs de trois formats

---

[1] Communiqué par M. Monrocq.

(grand monde, colombier et jésus), avec pareil nombre de pierres de mêmes formats :

| | Valeur. | Poids. | Volume. |
|---|---|---|---|
| Zinc.................... | 85000fr | 13300kg | 2mc |
| Pierre.................. | 500000 | 645000 | 250 |

» Ces chiffres ont une éloquence irréfutable.

» Chaque feuille ne comportait, à l'origine, que six Planches, savoir :

» La Planche de *rouge*, affectée aux lieux habités et aux chemins régulièrement entretenus et carrossables en tous temps;

» Celle de *noir*, aux écritures, aux chemins dont la viabilité n'est pas toujours assurée et aux sentiers;

» De *bleu*, aux eaux;

» De *vert*, aux bois;

» De *violet*, aux vignes;

» De *bistre*, aux courbes de niveau.

» Dès les premiers tirages, on s'aperçut que le figuré du relief par les courbes laissait beaucoup à désirer. Si, en effet, dans les pentes très accusées, le simple rapprochement des courbes suffit à donner un certain relief aux formes du terrain, il n'en est pas de même dans les parties ondulées ou dans les pentes faibles. Là, l'œil a quelque peine à les suivre: elles deviennent peu saisissables. En un mot, l'expression plastique du sol, si bien rendue par les hachures, fait complètement défaut. C'est pourquoi nous avons cherché à obtenir le modelé du terrain au moyen d'un estompage au crayon lithographique, basé sur la lumière zénithale et rehaussé par un léger sentiment de lumière oblique : de là résulte, pour chaque feuille de la Carte, une septième Planche, tirée en gris bleuté.

» De nombreux essais ont montré que le *gris bleuté* appliqué sur des courbes *bistre* fines convient le mieux, par sa douceur, à l'estompage de la montagne; il ne tire pas l'œil, s'harmonise bien avec les autres couleurs et donne, avec une grande transparence, beaucoup de modelé aux formes du terrain, sans nuire en rien aux détails de la planimétrie, qui ressortent avec la plus parfaite clarté, et sans produire aucun effet désagréable de miroitement.

» Les Planches de lettres ont été jusqu'ici gravées. Elles ne le seront plus désormais. Afin de gagner du temps, sans rien sacrifier du côté artistique et pour assurer l'identité des écritures dans toute l'étendue de la Carte, la lettre sera obtenue par impression typographique exécutée sur papier autographique et reportée ensuite sur zinc. Dans les caractères

adoptés, nous avons renforcé les déliés, afin d'obtenir une plus grande netteté de la lettre et une facilité incomparablement supérieure dans la lecture.

» Grâce à l'emploi du zinc, tous les levés exécutés sur le terrain, dans le courant d'une campagne, pourront être gravés et les feuilles livrées au public à la fin de la campagne suivante. Des retards inévitables de mise en train se sont produits au début, mais les travaux de dessin et de gravure sont actuellement poussés avec activité, et je suis heureux d'annoncer à l'Académie que les 50 feuilles levées déjà sur le terrain seront toutes publiées vers la fin de l'année qui commence. La Carte du Tell algérien sera terminée en 1894, et l'Algérie sera ainsi dotée d'une excellente Carte, assurément bien supérieure à notre Carte actuelle de la France.

» La Carte d'Algérie est une œuvre collective qui résume les travaux successifs des géodésiens, des topographes et des artistes du Dépôt de la Guerre. Chacun a fait son devoir; la liste serait trop longue de ceux qu'il me faudrait citer avec éloge.

» Qu'il me soit permis toutefois d'adresser d'ici même, au nom de l'Académie, un salut cordial à nos vaillants topographes de l'Algérie et à leur digne chef, M. le lieutenant-colonel Mercier. »

PHYSIOLOGIE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi des mélanges titrés de vapeurs anesthésiques et d'air dans la chloroformisation*; par M. **Richet**.

« Il est malheureusement bien à craindre, et je le dis avec regret, que, malgré les belles expériences de notre savant Confrère M. P. Bert sur les animaux, et nonobstant les quelques applications à l'homme de sa nouvelle méthode d'anesthésie par les mélanges titrés de vapeurs et d'air, la question de la chloroformisation n'ait pas fait un grand pas.

» Déjà M. Gosselin, dont je partage sans réserve les opinions, a démontré que ce nouveau mode d'administration des anesthésiques, tel au moins qu'il est employé aujourd'hui, serait d'une application difficile dans la pratique, et qu'il ne lui paraissait pas d'ailleurs avoir apporté des avantages incontestables sur les procédés universellement employés par les chirurgiens. Je ne reviendrai pas sur cette partie de son argumentation.

» Suivant M. Bert, les avantages de son nouveau mode d'administration seraient d'éviter aux patients les inconvénients inhérents aux autres procédés, tels que la toux, la suffocation du début, l'agitation, les nausées et

les vomissements, et enfin les malaises qui souvent persistent longtemps après le réveil.

» Sans doute ces inconvénients, très réels, sont fort gênants, mais ils sont loin de se produire constamment; ils sont même assez rares relativement, surtout entre les mains des praticiens exercés.

» D'ailleurs, est-il bien démontré que par la nouvelle méthode on les évitera sûrement? C'est ce qui avait soulevé déjà quelques doutes dans mon esprit, car la Note inserée dans les *Comptes rendus* du 14 janvier dit que, quatre fois sur vingt-deux, il y eut de légères nausées et une fois même un vomissement. Mais, pour juger par moi-même des effets des mélanges titrés, je me suis rendu à l'hôpital Saint-Louis, et, je dois le dire tout de suite, mes doutes ne se sont pas dissipés, au contraire : vous allez en juger.

» L'appareil ayant été préparé comme pour une opération, c'est-à-dire $12^{gr}$ de chloroforme vaporisés dans $150^{lit}$ d'air, je m'appliquai l'embouchure sur la bouche et le nez, et tout d'abord je n'éprouvai d'autre sensation que celles que j'avais ressenties lors d'autres essais d'anesthésie par la compresse, auxquels je m'étais antérieurement soumis. Mais, à peine avais-je fait dix aspirations que je fus pris d'un accès de toux suffocante qui m'empêcha absolument de continuer l'expérience. Mon collègue, le Dr Regnier, chirurgien de l'hôpital, qui m'accompagnait, se soumit alors à la même expérimentation et n'éprouva rien de semblable. C'était donc là une action *toute spéciale, toute personnelle*, du chloroforme sur mes bronches, en un mot une idiosyncrasie, mais momentanée, car je n'avais jamais rien éprouvé de semblable dans mes précédentes anesthésies.

» Trois jours après, M. Péan me convoquait pour assister à la chloroformisation par le même appareil de trois malades. Les trois anesthésies furent dirigées avec une grande précision par M. le Dr Dubois, l'aide assidu de M. Bert.

» Un premier malade, garçon de trente ans, auquel une opération assez longue fut pratiquée avec le thermocautère, fut rapidement anesthésié en quatre ou cinq minutes, et maintenu dans un état d'insensibilité absolue pendant trente-cinq minutes sans aucune excitation. Mais on dut employer $50^{gr}$ de chloroforme, dose énorme. Dans le cours de l'anesthésie, des nausées se manifestèrent à plusieurs reprises, et lorsque, une demi-heure après, je fus le voir à son lit, il vomissait.

» Une deuxième malade, femme de quarante ans environ, atteinte de grosses hémorrhoïdes, opérées également par le cautère actuel, fut plongée dans le sommeil anesthésique en huit minutes; elle offrit une période d'excitation assez marquée.

» Enfin une troisième malade, de quarante-cinq à cinquante ans, atteinte d'une tumeur du sein volumineuse enlevée avec le bistouri, fut également soumise au chloroforme.

Celle-ci eut une période d'excitation très marquée et ne fut plongée dans le sommeil anesthésique qu'après plus de dix minutes.

» Il ne faudrait certainement pas tirer de ces faits une conclusion définitive, mais néanmoins il en faut tenir compte et dire que, sur trois opérés, l'un a été pris de nausées et vomissements, tandis que les deux autres ont eu une période d'excitation, très accentuée chez l'une d'elles du moins, chose d'autant plus remarquable qu'il s'agissait de femmes, lesquelles, ainsi qu'on le sait, sont beaucoup moins sujettes que les hommes à l'alcoolisme et par conséquent à l'excitation chloroformique.

» Je n'insisterai pas davantage sur ce que j'appellerai volontiers le petit côté de la question, d'autant mieux que pour nous, opérateurs, ces accidents ne sont que des épiphénomènes plus ou moins gênants, mais jamais inquiétants; et si même j'en ai aussi longuement parlé, c'est pour suivre notre savant Confrère sur le terrain qu'il a choisi. Mais il m'a paru y attacher une trop grande importance. C'était probablement pour établir la supériorité de sa méthode sur les procédés ordinaires; je doute qu'il y ait complètement réussi.

» Mais j'ai hâte d'arriver au point capital.

» Dans sa Réponse à M. Gosselin, M. Bert dit (p. 125) :

« En résumé, les chirurgiens, en se servant de la compresse, mettent en usage des tensions de vapeurs ou inefficaces, ou utiles, ou dangereuses. C'est en louvoyant avec habileté entre les doses inefficaces et les doses dangereuses qu'ils obtiennent l'anesthésie et évitent les accidents. »

» Et un peu plus loin :

« La méthode des mélanges titrés a l'immense avantage de mettre à l'abri de toutes ces inégalités et irrégularités. La *dose limite* que j'emploie, étant toujours au-dessous de celles que donne la compresse risque infiniment moins que celle-ci d'amener des accidents. En un mot, *cette méthode me paraît être la seule qui puisse dégager absolument la responsabilité des chirurgiens.* »

» Voilà des paroles graves; la dernière phrase surtout, que je souligne, me paraît de nature à faire réfléchir sérieusement les praticiens.

» Sa signification est claire : elle revient à dire que ceux qui, n'ayant pas employé la nouvelle méthode, auraient le malheur de perdre un malade, encourraient de graves responsabilités et pourraient être appelés, cela s'est vu, à en subir les dures conséquences.

» Il faut donc rechercher si la démonstration de notre Confrère s'impose réellement, ce que, pour mon propre compte, je serais tout disposé à

accepter, car nous serions dorénavant délivrés d'un grand souci pendant nos opérations.

» Théoriquement, il me paraît sinon impossible, du moins bien difficile, d'admettre qu'on puisse jamais faire la démonstration de l'innocuité d'une méthode quelconque d'anesthésie avant d'avoir découvert la cause de la mort par les inhalations du chloroforme. Or, jusqu'ici, tout est mystère, et, malgré les travaux si nombreux et si consciencieux des physiologistes, nous en sommes réduits à des hypothèses. C'est donc par hypothèse que procède notre savant Confrère quand il nous parle de sa *dose limite*, et, jusqu'à plus complète démonstration, je me refuse à l'admettre.

» Mais alors où sera le critérium? Dans la clinique, et jusqu'à présent dans la clinique seulement, c'est-à-dire dans la *coordination d'une longue série d'observations sur l'homme*, et c'est là ce que je vais chercher à démontrer.

» Je dirai d'abord qu'on a singulièrement exagéré les dangers de mort par les anesthésiques : sur plusieurs millions d'individus qui y ont été soumis, on a relevé à grand' peine 290 à 300 cas de mort, *attribués* à ces inhalations.

» Et remarquez que je dis attribués, car un grand nombre de ces terminaisons fatales sont dues certainement à d'autres influences. Ceux qui attribuent toutes ces morts exclusivement aux anesthésiques oublient, en effet, qu'avant la découverte des propriétés de l'éther et du chloroforme les cas de mort subite pendant l'opération n'étaient point rares. On en rassemblerait facilement un assez bon nombre de cas; j'en citerai quelques-uns, ne voulant pas abuser de l'attention de l'Académie.

» J.-L. Petit rapporte l'histoire d'un homme vigoureux qui mourut, pendant la réduction d'une luxation du genou, de douleurs [1]? dit-il. Garengeot, Chopart, Roux ont cité des faits analogues. Desault, sur un ecclésiastique qui allait subir l'opération de la taille, trace avec l'ongle du doigt, sur la peau du périnée, la ligne que suivra l'instrument tranchant. Le malade pousse un cri et meurt. Civiale veut sonder un vieillard qui se croit atteint de la pierre; à peine la sonde touche le méat urinaire, que, frappé de terreur, il expire devant de nombreux assistants [2].

» Croit-on que, depuis l'usage des anesthésiques, ces cas de mort ont cessé de se produire? Erreur; au contraire, ils semblent se multiplier,

---

[1] J.-L. PETIT, *Traité des maladies des os*.

[2] CHAILLY, *Des considérations puissantes qui doivent empêcher d'user de l'éther et du chloroforme dans les accouchements*. Paris, 1853, p. 12.

et, par l'effet même de cette cause, à savoir la terreur qu'inspirent à quelques patients les anesthésiques, surtout lorsqu'on les leur présente avec un appareil qui leur ferme hermétiquement la bouche et le nez, c'est-à-dire les voies respiratoires, menaçant de les asphyxier. Cazenave (de Bordeaux) allait amputer un homme de quarante ans; pour l'encourager, il fait un simulacre de chloroformisation et approche de la bouche du malade un mouchoir sur lequel on n'avait pas mis une goutte de chloroforme : le malade fait quatre inspirations, tombe en syncope et meurt [1].

» Voici un fait qui emprunte son originalité au nom du chirurgien auquel il est arrivé. Simpson, celui-là même qui a découvert les propriétés du chloroforme, envoie un de ses aides en chercher un flacon dans son laboratoire. Celui-ci, en l'apportant, fait un faux pas et brise le flacon; il n'y en avait pas d'autres. On commence alors l'opération, mais sans anesthésie; à la première incision, le malade pâlit, le pouls s'arrête, et il succombe à une syncope subite (*Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1882, p. 255). Tout dernièrement, à l'hôpital de Toulouse, un paysan vigoureux, âgé de quarante-cinq ans, est admis pour une luxation de la cuisse. Voulant la réduire par le procédé dit de *douceur*, on est obligé de le placer sur le ventre; pour cette raison on renonce à le chloroformiser. La réduction se fait avec une facilité dont on s'applaudissait, lorsqu'un assistant s'écrie : « Le malade » est mort ! » C'était malheureusement vrai. L'observation complète m'est communiquée par le professeur Fontagnères, de Toulouse.

» Je pourrais multiplier ces exemples : ceux-ci suffiront, j'espère, pour démontrer que bon nombre de morts attribuées aux anesthésiques reconnaissent d'autres causes. Lesquelles? La terreur, la douleur, une sorte de sidération morale, selon l'heureuse expression de notre savant Confrère, M. H. Larrey (*Bulletin de la Société de Chirurgie*, t. IV, p. 100), me paraissent en rendre compte, sans les expliquer. La conclusion à tirer de ces faits étranges, c'est que, pour rester dans la réalité, il importerait de réduire notablement le chiffre total de la mortalité attribuée aux anesthésiques.

» Il faut actuellement établir dans quelles proportions meurent les individus soumis aux anesthésiques.

» Je serai bref, ne donnant que les chiffres et renvoyant aux sources. C'est un travail aride, mais indispensable pour établir ce que je veux démontrer.

---

[1] *Bulletins de l'Académie de Médecine*, p. 254; 1882.

» Richardson ([1]), faisant les relevés des chloroformisations dans huit hôpitaux de Londres, les partage en deux périodes : la première de 1848 à 1864, dans laquelle il relève 1 mort sur 17000 opérés; la deuxième de 1867 à 1869, où il trouve 6 morts sur 7500 chloroformisés, soit une moyenne de 1 mort sur 3500 chloroformisés.

» Les relevés de six autres hôpitaux lui ont donné dans les mêmes périodes une mortalité de 1 mort sur 2765.

» Ker Hugh Richard ([2]), pour les dix dernières années au grand hôpital d'Edimbourg, relève 1 mort sur 36500.

» Billroth ([3]) dit n'avoir eu son premier cas de mort qu'après 12500 chloroformisations.

» Nussbaum ([4]), sur 15000 anesthésies, n'a pas eu un seul cas de mort.

» Konig ([5]), sur environ 7000 chloroformisations, n'a jamais eu de mort.

» En Amérique, pendant la guerre de la sécession ([6]), sur environ 80000 chloroformisations, on n'a eu à déplorer que 7 morts, soit 1 mort sur 11448.

» Orschsradt ([7]), pendant toute la guerre du Danemark, en 1864, qui a nécessité de très nombreuses chloroformisations, n'a pas eu un seul cas de mort.

» En France, à l'armée de Crimée, sur plus de 20000 chloroformisations, M. Rizet relève deux cas de mort, soit 1 sur 10000 chloroformisés ([8]).

» Plusieurs de nos Confrères, et je citerai particulièrement Sédillot et M. Gosselin, n'ont jamais eu de mort, dans une pratique longue et occupée. Moi-même, sur plus de 10000 chloroformisations, je n'ai perdu qu'un seul malade et dans des conditions exceptionnelles.

» La conclusion qui ressort avec évidence de toute cette discussion, c'est qu'en évaluant à 1 sur 10000 ou 12000 la proportion des morts, on reste au-dessous de la réalité, surtout si l'on veut bien se rappeler que plusieurs de ces morts reconnaissent certainement pour cause, soit la terreur,

---

([1]) *On death from chloroforme* (*Medical Times and Gazette*, 1870, 7 et 21 mai).

([2]) *Medical Times and Gazette*, 8 et 19 avril 1876.

([3]) *Wiener Medicinische Vochenschrift*, p. 796; 1868.

([4]) *Anesthesia, Handbuch für Chirurgie von Pitha und Billroth*, p. 609.

([5]) *Centralblatt für Chirurgie*, p. 611; 1877.

([6]) *Army Circular on the United States.*

([7]) *Kriegschirurgie Erfahrungen während des Krieges gegen Dänemark*, 1864; p. 372.

([8]) *Traité d'anesthésie chirurgicale* de MM. Perrin et Lallemand, p. 236.

soit la douleur, soit les secousses morales qui ébranlent les malheureux blessés au moment où ils sont soumis à de cruelles opérations; sans compter qu'il est d'autres causes encore qui pourraient réclamer leur part, car elles aussi foudroient les opérés : l'entrée de l'air dans les veines par exemple, qui a failli me faire perdre l'année dernière, à l'Hôtel-Dieu, une de mes malades.

» Il demeure donc établi que la proportion des morts est de 1 sur 10000 à 12000 chloroformisations, et cela malgré les modes d'administration les plus divers, tantôt avec des appareils, tantôt avec la simple compresse, maniée elle-même de différentes manières.

» Les questions de cet ordre, a dit un membre de notre Compagnie, l'illustre mathématicien Poisson, ne peuvent être résolues qu'à l'aide de masses de chiffres considérables; je crois m'être placé dans ces conditions.

» Quelle sera donc la conclusion à tirer de ces faits? C'est que la nouvelle méthode d'anesthésie par les mélanges titrés de vapeurs et d'air, si elle veut se substituer aux anciennes méthodes, doit d'abord nous offrir une sécurité et des avantages, sinon supérieurs, du moins égaux.

» Nous pourrions donc nous borner à lui demander simplement de faire ses preuves, c'est-à-dire de nous apporter un nombre de 10000 à 12000 chloroformisations sans accident, et attendre.

» Il ne faut pas, en effet, que notre savant Confrère M. P. Bert se fasse d'illusions; les chirurgiens ne changeront pas leur manière d'opérer actuelle, si facile et à peu près exempte de périls, sans cette évidente démonstration.

» Les raisonnements les plus spécieux, même appuyés et déduits d'expériences sur les animaux, dont le système nerveux central, soit dit en passant, ne peut pas entrer en comparaison avec celui de l'homme, ne les convaincront pas. Il leur faudra des faits cliniques en nombre suffisant.

» Ils ne peuvent pas oublier que déjà, à d'autres époques, les mélanges titrés de vapeurs anesthésiques et d'air ont fait leur apparition dans la Science et dans la pratique. Que sont devenus ces essais? C'est ce qu'il me reste à examiner.

» Il y a vingt-quatre ans environ, le Comité du chloroforme de la *Royal medical and chirurgical Society* de Londres recommandait ces mélanges et surtout de ne pas dépasser 3,50 pour 100 de chloroforme vaporisé dans l'air si l'on voulait agir avec une sécurité *relative*. Je ne rappellerai que pour mémoire les appareils de Snow, de Demarquay, de Duroy, de Sanson, de Junker, de Skinner, d'Esmarck et de Billroth, pour ne m'attacher

qu'à celui de Clover, parce qu'il offre avec celui de M. Bert la plus grande analogie. Les principes sont les mêmes, la forme de l'appareil offre seule des dissemblances.

» Le numéro du 9 août 1862 du *Medical Times* faisait connaître, il y a vingt-deux ans bientôt, un appareil, imaginé par M. Clover, pour anesthésier les malades avec un mélange titré de vapeurs de chloroforme et d'air. Cet appareil, d'ailleurs très ingénieux et très portatif, se compose d'un grand sac d'une capacité suffisante pour contenir le mélange nécessaire à une ou plusieurs chloroformisations. Ce sac, fort léger, est porté sur le dos par l'opérateur; il en part un long tube qui aboutit à une embouchure que l'on applique sur la bouche et le nez du patient; le mélange a été préalablement fait de la manière suivante : 40 gouttes de chloroforme, soit 45 pouces cubes de vapeurs par 1000 pouces cubes d'air; total 4,50 pour 100 de vapeurs anesthésiques. C'est, je tiens beaucoup à le faire remarquer, à peu près le même mélange que celui de l'appareil de M. Bert, seulement un peu moins concentré et, par conséquent, moins actif.

» Inutile d'ajouter que l'air expiré sort par une soupape, comme dans l'appareil de M. Bert, et ne rentre pas dans le sac contenant le mélange titré.

» En 1869, après trois années d'expériences, voici ce qu'écrivait M. Clover à M. Sanson, de Londres :

« J'ai trouvé que mon inhalateur produisait l'anesthésie plus régulièrement que par tout autre procédé : rarement les malades ont de la toux, la grande majorité est anesthésiée en moins de dix minutes, et ils sortent du sommeil anesthésique *certainement* avec plus de facilité, moins de malaise et moins de prostration que je ne l'observais lorsque je ne me servais pas de mon inhalateur. »

» Ne croirait-on pas entendre M. P. Bert? Quelques années se passent, les applications de l'appareil de Clover se succèdent sans incident fâcheux non seulement en Angleterre, mais en France, où je me souviens l'avoir vu employer, à la Charité, par un médecin anglais, dans le service de Velpeau, et, suivant le témoignage si autorisé du professeur Erichsen (*System of Surgery*, dernière édition), on était arrivé à 3000 chloroformisations sans accident.

» En 1867, un homme chez lequel on voulait réduire une luxation du pouce est soumis aux inhalations de chloroforme par l'appareil de Clover : à peine il avait respiré trois minutes qu'il succombait brusquement;

on n'avait employé cependant que 1gr,7 de chloroforme, soit environ 37 gouttes (1).

» En 1870, à *University College hospital*, de Londres, un nouveau fait de mort se produit avec le même appareil. On avait amputé la cuisse, le chloroforme était enlevé depuis deux minutes et le pansement commencé, lorsque tout à coup le malade pâlit, est pris de syncope et meurt (2).

» Toujours en 1870, un troisième fait de mort survient. Le Dr Marschall, voulant sonder un malade, lui administre le chloroforme par la méthode de Clover; on est obligé, après cinq minutes, d'interrompre l'administration du chloroforme à cause du *stertor*, le pouls s'arrête et le malade meurt (3).

» En 1873, quatrième cas de mort sept minutes après le début des inhalations, au moment où l'on introduit la sonde dans la vessie (4).

» Enfin en 1874, cinquième cas de mort : celui-là entre les mains de Clover lui-même, quinze minutes après le début des inhalations (5).

» Ce qu'il y a d'instructif dans ce dernier fait, c'est que, pour exonérer sans doute son procédé de tout reproche, Clover estime qu'il doit y avoir eu une méprise et qu'on a mélangé un peu plus de chloroforme à l'air que de coutume.

» Ces cinq cas de mort, qui se sont ainsi succédé à peu d'intervalle, avec un appareil contenant un mélange titré de vapeur anesthésique et de chloroforme, lequel avait aussi la prétention d'obtenir une sécurité relative, paraissent avoir singulièrement refroidi l'enthousiasme de nos voisins pour la méthode de Clover, car on n'en entend plus parler.

» La nouvelle tentative de notre savant Confrère aura-t-elle une meilleure fortune? Je le désire sans trop l'espérer. »

---

(1) Voyez *British medical Journal*, 2 mars 1867.
(2) *The Lancet*, 23 avril 1870.
(3) *British medical Journal*, 14 mai 1870.
(4) *The Lancet*, 24 mai 1873.
(5) *British medical Journal*, 20 juin 1874.

CHIMIE AGRICOLE. — *Note sur la dissémination, l'assimilation et la détermination de l'acide phosphorique dans les terres arables.* Note de M. P. DE GASPARIN.

« Aucune connaissance n'est plus importante, pour l'Agronomie et la pratique agricole, que celle de l'état de l'acide phosphorique dans le sol.

» La source de l'acide phosphorique réparti dans les sols arables n'est pas en question : toutes les roches granitiques, métamorphiques, volcaniques, schisteuses et calcaires de tous les étages contiennent de l'acide phosphorique, depuis un maximum de 3 pour 100 dans les laves jusqu'à un minimum de $\frac{2}{1000}$ dans certains granites et certains calcaires néocomiens. Les roches métamorphiques sont généralement plus riches que les terrains primitifs et les calcaires tertiaires. Il est tout naturel que les terres arables formées des débris des roches contiennent également toutes de l'acide phosphorique en quantité plus ou moins abondante suivant la nature des roches d'origine. Il faut pourtant s'arrêter ici et se demander si l'acide phosphorique contenu dans le sol cultivé s'y trouve au même état que dans les roches, ou s'il n'a pas déjà subi une transformation, et si ce n'est pas justement cette transformation qui l'a rendu assimilable et propre au développement des végétaux cultivés.

» Il ne faut s'adresser qu'à l'observation directe. Or elle nous apprend que l'un des agents les plus actifs de la décomposition des roches et de leur transformation en terre végétale est l'attaque de leur surface par les mousses et les lichens. Sur une roche néocomienne contenant $\frac{2}{1000}$ d'acide phosphorique, le kilogramme sec de mousses et de lichens contenait $1^{gr},2$ d'acide phosphorique, c'est-à-dire six fois autant que la roche qui les portait. Les débris de cette roche entamée par les mousses étaient donc certainement appauvris, et, une fois mêlés aux débris végétaux eux-mêmes et entraînés ensemble par les pluies pour venir accroître le sol cultivable, on peut affirmer que le siège de l'acide phosphorique utile se trouvait plutôt dans les débris organiques que dans les débris minéraux.

» Toutes les végétations succèdant à cette végétation élémentaire qui a fait en quelque sorte le défrichement de la roche s'emparent à leur tour de l'acide phosphorique qu'elles rendent à la terre par leurs débris. En mettant en dehors les graines et les fourrages qui contiennent jusqu'à $3^{gr},5$ d'acide phosphorique par kilogramme sec, les bois, les feuilles et la paille en contiennent de $0^{gr},5$ à $1^{gr},5$, et le premier dépouillement des roches

par les végétaux élémentaires se transmet de végétal à végétal, sans qu'il soit cependant permis d'affirmer que les végétaux supérieurs n'empruntent rien eux-mêmes aux phosphates minéraux combinés dans les roches. Toutefois, il ne faut pas méconnaître le mode primordial de transmission de l'acide phosphorique de corps organique désorganisé à corps organique vivant.

» L'acide phosphorique incorporé dans les tissus végétaux est très résistant. Nous avons voulu le doser sur un très bon papier à filtrer blanc donnant seulement $\frac{8}{1000}$ de cendres. $1^{kg}$ de ce papier a donné $0^{gr},03$ d'acide phosphorique dans ses cendres; et cependant, indépendamment des lavages subis par la pâte, la calcination du papier semblait devoir amener une réduction de l'acide.

» Il faut maintenant nous transporter sur le sol arable. Nous nous adressons à un sol argilo-calcaire de la plaine de Tarascon, contenant 2,5 pour 100 de matières organiques sèches, soit par mètre carré, pour $500^{kg}$ de sole, $12^{kg},5$ de matières organiques. Ces matières contiennent au minimum dans ces terrains $\frac{1}{1000}$ d'acide phosphorique, ce qui est du reste la moyenne de la teneur des débris végétaux (feuilles et tiges seulement). Ce terrain contient donc $12^{gr},5$ d'acide phosphorique organisé par mètre carré, ou $125^{kg}$ par hectare. C'est peu relativement à la masse de l'acide phosphorique contenu dans ce terrain qui en contient $2500^{kg}$ par hectare. On peut donc dire que 5 pour 100 de l'acide phosphorique est à l'état de combinaison organique et 95 pour 100 à l'état de combinaison minérale. Sans doute les 95 pour 100 ne sont pas à négliger; mais dans ces sols argilo-calcaires, contenant 40 pour 100 de carbonate de chaux et 50 pour 100 d'argile ou de sable excessivement fins, très pauvres en alumine et riches en sesquioxyde de fer, il ne faut pas compter sur une assimilation facile des phosphates minéraux, toujours sollicités à reprendre la forme tribasique. On peut donc compter que les $125^{kg}$ d'acide phosphorique engagés dans les matières organiques sont sous la forme la plus propre à entrer dans la végétation, et que, si cette petite fortune est alimentée, et mieux encore accrue par des engrais qui l'apportent sous une forme analogue, vous pourvoyez sous ce rapport à l'alimentation des végétaux cultivés.

» Sans doute l'addition de phosphates sous une forme soluble et associés à des matières organiques pourra être d'un grand secours, surtout dans les cultures fourragères; mais la présence des matières organiques est le point capital, et ceux qui se figurent qu'ils pourront s'en passer vivent dans le pays des chimères. Tous les agriculteurs ont eu le spectacle de ce qu'on

appelle une *terre séchée*, c'est-à-dire dépouillée de la plus grande partie de ses réserves organiques. On s'épuise pendant des années à lui rendre la fertilité perdue. Que lui manque-t-il? Ce ne sont pas les matériaux carbonés, car l'expérience prouve que ces matériaux, pour la plus forte part, sont puisés dans l'atmosphère. Ce qui lui manque, c'est l'acide phosphorique assimilable et surtout l'azote; car, si pour l'acide phosphorique il s'agit d'un approvisionnement médiocre, plus important par sa forme que par sa quantité, pour l'azote il s'agit encore (dans le terrain assez pauvre que nous avons pris pour sujet d'études) de 2500$^{kg}$ par hectare, et cette richesse ne se remplace pas économiquement et promptement quand elle est trop fortement entamée, quoi qu'en puissent penser ceux qui chargent l'atmosphère de la restitution.

» Le dosage exact de l'acide phosphorique dans les terres arables est, après celui de l'azote, le plus important. La méthode de M. Dumas et celle de M. Warrentrapp perfectionnée par M. Peligot, la première pour l'azote total, la seconde pour l'azote alcalin, sont absolument certaines. L'application de la méthode de Sonnenschein au dosage de l'acide phosphorique dans les terres arables par l'emploi du nitromolybdate d'ammoniaque comme réactif appelle et mérite quelques critiques. Ayant contribué à vulgariser ce procédé, nous avons dû nous appliquer à le perfectionner, de manière à faire tomber les dernières objections. On reproche avec juste raison à ce procédé sa lenteur et la persistance d'une petite quantité de fer, qui ne peut être séparée par l'ammoniaque qu'en entraînant de l'acide phosphorique. Les longueurs tiennent à la présence de la silice, inévitablement attaquée par les bases alcalines et même alcalino-terreuses dans la calcination oxydante qu'on fait subir à l'échantillon. Il faut débarrasser les liquides de cette silice qui rendrait les lavages impossibles. Enfin, le fer lui-même est influencé par les bases dans la calcination oxydante, et l'acide azotique, même très dilué, en redissout une plus forte proportion, ce que du reste la pratique de l'analyse connue des terres pouvait faire prévoir. Le postulatum de l'analyse était donc de faire disparaître toutes les bases, sauf la petite quantité combinée avec l'acide phosphorique, ainsi que toute la silice. On répond à ce postulatum en attaquant l'échantillon de terre par voie humide, soit par l'eau régale avec acide chlorhydrique en excès ou au bain-marie à chaud, et procédant comme dans l'analyse normale des terres pour séparer la partie inattaquable et la silice. Dans le liquide séparé on précipite par l'ammoniaque avec précaution, de manière que les sesquioxydes soient précipités avant que la réaction de la liqueur soit alcaline. Alors on sature d'ammoniaque, on filtre et les sesqui-

oxydes recueillis sur filtre retiennent *absolument* la totalité de l'acide phosphorique. Le précipité est calciné une première fois dans une capsule de platine avec le filtre. Le produit de la calcination, réduit en poudre impalpable, est calciné au rouge blanc dans un petit creuset de platine. Cette poudre calcinée est mise en digestion avec de l'acide azotique au $\frac{1}{50}$. Le liquide séparé par filtration, cohobé au bain-marie, est précipité par le nitromolybdate d'ammoniaque. On sépare le liquide clair surnageant après vingt-quatre heures de repos, et un simple lavage avec le réactif exécuté sommairement laisse le phosphomolybdate absolument pur et se redissolvant en entier dans l'ammoniaque, d'où on le précipite à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

» L'opération est ainsi devenue trois fois moins longue, sans ombre de difficulté, parfaitement correcte; elle donne des dosages différant d'une très petite quantité, mais toujours en plus de ceux obtenus par l'attaque de la calcination oxydante. Enfin ce procédé a l'avantage de permettre à l'analyste de déterminer avec un seul échantillon tous les éléments de la terre arable sans exception, à la seule réserve de renoncer à la pesée séparée de l'alumine et du sesquioxyde de fer, détermination qu'il est inutile de répéter plusieurs fois tant qu'on reste dans des terrains de même formation. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Culture laissée vacante au Muséum d'Histoire naturelle par le décès de M. *Decaisne*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 57,

| | | |
|---|---|---|
| M. Maxime Cornu obtient | 50 | suffrages. |
| M. Baillon | 6 | » |
| M. Vesque | 1 | » |

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

| | | |
|---|---|---|
| M. Vesque obtient | 47 | suffrages. |
| M. Baillon | 8 | » |

Il y a deux bulletins blancs.

En conséquence, la liste qui sera adressée à M. le Ministre comprendra : *en première ligne*, M. Maxime Cornu; *en seconde ligne*, M. Vesque.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres, qui sera chargée de faire des propositions relatives à l'emploi des fonds légués par M. *Petit d'Ormoy*.

MM. Bertrand, Becquerel, Milne Edwards, Dumas et Bouley réunissent la majorité des suffrages.

## MÉMOIRES LUS.

M. G. Cabanellas donne lecture d'un Mémoire portant pour titre : « Les bases doctrinales et l'avenir du transport de l'énergie. »

(Commissaires : MM. Jamin, Tresca, Cornu.)

## CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une brochure de M. *Ph. Gilbert*, portant pour titre : « Victor Puiseux, esquisse biographique ». (Présentée par M. d'Abbadie.)

ASTRONOMIE. — *Sur le mouvement du premier satellite de Saturne* (*Mimas*); par M. B. Baillaud.

« L'étude attentive des 91 observations de Mimas faites à Toulouse depuis le 24 octobre 1876 m'a fourni, sur les irrégularités apparentes du mouvement de ce satellite, des renseignements très précis, et m'a permis de déterminer son moyen mouvement.

» Ces observations ont été instituées par M. Tisserand ; elles ont été faites au grand télescope de $0^m,83$ d'ouverture, successivement par MM. F. Tisserand, Perrotin, Baillaud et Ch. Fabre; 5 d'entre elles ont été faites en 1876, 8 en 1877, 1 en 1878, 14 en 1880, 42 en 1881, 13 en 1882, 8 en 1883. Jusqu'en 1880, on ne put observer que des élongations. Le 28 septembre 1880, je réussis à voir Mimas à l'un de ses passages (S.-W.) aux tangentes aux extrémités de l'anneau, et je pus renouveler l'observation le lendemain avec M. Ch. Fabre, qui obtint, le 25 novembre de la même année, une observation semblable (N.-E.). En 1881, 1882, 1883, M. Fabre fut chargé seul des observations. Des 63 observations qu'il obtint pendant ces trois années, 22 seulement se rapportent à des élongations, 39 à des

passages aux tangentes aux extrémités de l'anneau, et 2 à des oppositions ou conjonctions.

» La discussion des observations faites chaque année en vue de déterminer des époques, l'excentricité et le périsaturne, m'a conduit à des valeurs très différentes et non douteuses du moyen mouvement, savoir :

| | |
|---|---|
| En 1877 ..... ........... | 381°,801 |
| 1880 .......... ......... | 381,854 |
| 1881 .......... ..... | 381,892<br>382,110 |
| 1882 .................... | 381,920 |

» Les observations faites en 1883 donnent une valeur moindre que 382° ; la série n'est d'ailleurs pas terminée.

» En groupant les observations par intervalles peu étendus et les représentant graphiquement, j'ai constaté d'abord une inégalité périodique dont le coefficient est sensiblement 8°, et la période de 300 jours, et une seconde inégalité, dont le coefficient ne doit pas différer beaucoup de 8°, et dont la période paraît être sensiblement de cinq années. Ces deux inégalités paraissent s'être trouvées en même temps à leur minimum vers le mois de juillet 1882.

» En comparant nos observations à celles faites par Newcomb, à Washington en 1874, et à celles du capitaine Jacob, en 1856 et 1857, j'ai été conduit à admettre que ces dernières correspondaient aussi à un minimum. J'en ai conclu pour le moyen mouvement la valeur 381°,9934.

» Étant assuré du nombre des révolutions faites par le satellite, pendant une période de près de trente années, j'ai comparé, en adoptant la valeur précédente, le résultat des observations de W. Herschel en 1789, l'observation de J. Herschel en 1836, le résultat obtenu par de Vico en 1838, ceux du capitaine Jacob en 1856 et 1857, les élongations de Washington en 1874, 1876, 1877, 1878, et les résultats obtenus à Toulouse. Voici le Tableau des résultats obtenus :

Origine du temps, 1789 septembre 14,0 (temps moyen de Paris).
(Les longitudes sont vraies, et non apparentes.)

| Observateurs. | Dates. | | $t$. | $nt$. | | L $-nt$. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | rév. | ° | |
| W. Herschel.... | 1789 sept. | 14,568 | 0,568 | 0 | +217 | +47 |
| J. Herschel....... | 1836 juin | 3,313 | 17063,313 | 18105 | +273 | +24 |
| De Vico ......... | 1838 août | 28,842 | 17879,842 | 18972 | + 62 | +10 |
| Jacob.......... | 1856 déc. | 31,007 | 24579,007 | 26080 | +218 | +15 |
| » ........... | 1857 déc. | 31,007 | 24944,007 | 26467 | +326 | +24 |
| Newcomb........ | 1874 sept. | 24,878 | 31055,878 | 32953 | + 60 | +42 |

| Observateurs. | Dates. | | | $t$. | $nt$. | | L — $nt$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | rév. | ° | ° |
| A. Hall ........ | 1876 | sept. | 1,872 | 31763,872 | 33704 | +149 | +28 |
| Toulouse....... | 1877 | sept. | 25,000 | 32152,000 | 34121 | +351 | +10 |
| Hall et Holden.... | 1877 | sept. | 30,391 | 32157,391 | 34116 | + 92 | +16 |
| » .... | 1878 | oct. | 27,749 | 32549,749 | 34538 | +109 | +21 |
| Toulouse........ | 1880 | nov. | 6,000 | 33290,000 | 35323 | +280 | +29 |
| » ...... | 1881 | oct. | 11,000 | 33629,000 | 35683 | +176 | +25 |
| » ...... | 1882 | janv. | 8,000 | 33718,000 | 35777 | +333 | +26 |
| » ........ | 1882 | déc. | 18,000 | 34062,000 | 36142 | +339 | +26 |
| » ....... | 1883 | oct. | 18,000 | 34366,000 | 36465 | +185 | +37 |

» Ce Tableau fait suffisamment ressortir l'existence d'une période de cinq ans dont les minima correspondent à

1882, 1877, 1857, 1837,

ce qui donne des maxima en

1789, 1874, 1880.

» La longitude moyenne est sensiblement représentée par cette formule,

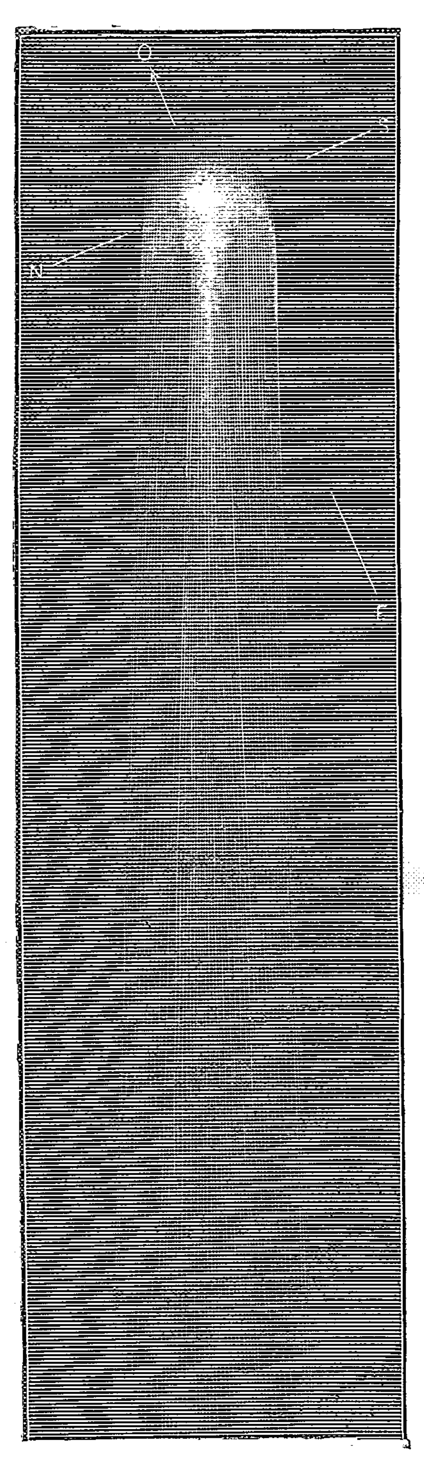
$$L = nt + 30° - 8° \cos\tfrac{6}{5}(t - T) - 8° \cos\tfrac{1}{5}(t - T),$$

où T correspond à juillet 1882. Les coefficients ne pourront être déterminés avec précision que par une suite continue d'observations. Le mode d'observation par les passages aux tangentes aux extrémités de l'anneau paraît être le meilleur.

» J'avais d'abord cherché à déterminer l'excentricité et le mouvement du périsaturne par la discussion des observations faites chaque année. L'existence des deux inégalités signalées dans la présente Note rend peut-être illusoire tout le travail que j'ai fait à cet égard ; je me propose de le reprendre. Je crois pourtant non douteux que l'excentricité ne peut surpasser $\frac{1}{10}$. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation de la comète Pons-Brooks, faite à l'Observatoire de Meudon.* Note de M. E.-L. TROUVELOT, présentée par M. Janssen.

« Le 15 janvier, vers 8h du soir, je profitai d'une éclaircie soudaine du ciel qui n'eut que peu de durée, mais qui cependant me permit d'observer la comète et d'en faire le dessin qui est reproduit ici. Mais à ce moment




l'astre s'abaissait, et sa tête, déjà engagée sous les vapeurs qui s'élevaient au-dessus de l'horizon et qui la recouvraient comme d'un voile, avait perdu de son éclat.

» Observé à l'œil nu, cet objet avait quelque chose de la majesté des grandes comètes. De sa tête, brillant du doux éclat nébuleux, s'élançait une queue très bien visible qui s'élargissait graduellement en s'éloignant de l'astre, et que l'on pouvait tracer jusqu'à une distance de 5° environ. Cette queue, qui était un peu inclinée vers le sud et dirigée à l'opposite du Soleil, paraissait à peu près droite et était sensiblement parallèle à l'écliptique, dont elle était fort peu éloignée.

» Observée avec la lunette, la tête, qui était très brillante, apparaissait comme un amas globulaire très fortement condensé vers le centre qui brillait d'un éclat presque stellaire, bien que le noyau, qui était fort diffus, fût plutôt soupçonné qu'il n'était distingué avec certitude, sans doute à cause des vapeurs déjà épaisses qui le recouvraient. La queue paraissait très distincte, et, bien que ses bords fussent assez faibles, ils étaient nets et bien définis, surtout celui qui était tourné vers le sud, qui était mieux défini et plus brillant que le bord opposé. Le milieu de la queue était indiqué par une nébulosité plus brillante, qui la parcourait dans toute sa longueur et qui s'affaiblissait doucement de chaque côté, aussi bien qu'en s'éloignant de la tête. Bien qu'il fût moins brillant que celui du sud, le bord de la queue qui était tourné vers le nord était un peu plus lumineux

que les parties qui lui étaient contiguës. La queue ne se terminait pas en pointe, comme le 17 décembre, mais était coupée carrément.

» Je profiterai de cette occasion pour présenter quelques critiques sur la gravure de la même comète, publiée avec ma Note à la page 34 des *Comptes rendus*. Le noyau ne paraît pas assez lumineux et les contours extérieurs de la partie lumineuse qui l'entoure sont trop fortement accentués. Ils devraient être beaucoup plus vagues et se fondre plus doucement avec la nébulosité qui les entoure, surtout du côté de la queue. Une erreur s'est aussi glissée dans le texte : à la ligne 3, au lieu de temps moyen de Marseille, lisez temps moyen de Meudon.

» Au point de vue de l'Astronomie physique, il eût été intéressant de suivre avec assiduité les changements subis par la comète de 1812 en approchant du Soleil; mais l'état presque continuellement nuageux du ciel cet hiver ne permet que rarement de l'observer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction en fraction continue d'une fraction qui satisfait à une équation linéaire du premier ordre à coefficients rationnels.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« Je me suis déjà à plusieurs reprises occupé de cette question, notamment dans une Note insérée dans le *Bulletin de la Soc. math.* (t. VIII, p. 21); mais, bien que l'objet principal de mes recherches soit résolu par l'analyse que j'y ai employée, je n'ai pas énoncé explicitement le résultat et je demanderai la permission de revenir sur ce sujet.

» Soit $z$ une fonction, développable suivant les puissances décroissantes de $x$, qui satisfait à l'équation

$$Wz' = 2Vz + U,$$

où U, V et W désignent des polynômes entiers; sa réduction en fraction continue se ramène à la recherche de deux polynômes dont les coefficients dépendent du degré $n$ du dénominateur $f_n$ de la réduite de rang $n$ et dont l'un $\Theta_n$ est du degré de la fonction $\frac{V}{x} + \frac{W}{x^2}$, l'autre $\Omega_n$ étant d'un degré supérieur d'une unité. Ces polynômes sont déterminés par les conditions suivantes, à savoir que $\Omega_n + \Omega_{n+1}$ soit divisible par $\Theta_{n+1}$ et $\Omega_n^2 - V^2 - P_{n+1}\Theta_n\Theta_{n+1}$ par W; $P_{n+1}$ désigne un coefficient variable avec $n$ et dont la valeur est

prise arbitrairement; on a donc

$$(1)\qquad \Omega_n^2 - V^2 - P_{n+1}\theta_n\theta_{n+1} = WR_n$$

et

$$(2)\qquad \Omega_{n+1} + \Omega_n = \theta_{n+1}Q_{n+1},$$

$R_n$ et $Q_{n+1}$ désignant deux polynômes entiers dont le dernier est du premier degré. Cela posé, on a les formules suivantes :

$$f_{n+1} - Q_n f_n + P_n f_{n-1} = 0$$

et

$$(3)\ W\theta_n f_n'' + [(2V+W')\theta_n - W\theta_n']f_n' + [\theta_n'(\Omega_n - V) - \theta_n(R_n + \Omega_n' - V')]f_n = 0.$$

» Des relations (1) et (2) on déduit d'ailleurs l'identité

$$\theta_{n+1}[(\Omega_{n+1} - \Omega_n)Q_{n+1} - (P_{n+1}\theta_{n+2} - P_{n+1}\theta_n)] = W(R_{n+1} - R_n),$$

qui se décompose en les deux suivantes :

$$(4)\qquad (\Omega_{n+1} - \Omega_n)Q_{n+1} - (P_{n+1}\theta_{n+2} - P_{n+1}\theta_n) = WT_n$$

et

$$(5)\qquad R_{n+1} - R_n = \theta_{n+1}T_n,$$

où $T_n$ désigne un polynôme entier.

» Comme application, soit d'abord $z = \log\frac{1+x}{1-x}$, d'où $(1-x^2)z' = 2$; dans ce cas, $W = 1 - x^2$ et $V = 0$. $\theta_n$ est donc une constante $\alpha_n$ : je ferai $P_n = n^2$ et poserai $\Omega_n = a_n x + b_n$. L'équation (3) devient

$$(1 - x^2)f_n'' - 2xf_n' - (R_n + a_n)f_n = 0,$$

d'où l'on voit que $R_n = -n(n+1) - a_n$; l'identité (1) devient alors

$$(a_n x + b_n)^2 - (n+1)^2\alpha_n\alpha_{n+1} = (x^2 - 1)(n^2 + n + a_n);$$

on déduit de là $b_n = 0$, $a_n^2 - a_n - n(n+1) = 0$; ce qui donne les deux valeurs suivantes de $a_n$ : $a_n = -n$ (une discussion facile montre qu'elle doit être rejetée) et $a_n = n+1$; puis ensuite $\alpha_n\alpha_{n+1} = 1$, d'où, si l'on prend $\alpha_0 = 1$, $\alpha_n = 1$ et enfin, en vertu de la formule (2), $Q_{n+1} = (2n+3)x$, ce qui donne la formule de récurrence $f_{n+1} - (2n+1)xf_n + n^2 f_{n-1} = 0$.

» Soit, en second lieu, la fonction $z = e^{-\frac{2}{x} - \frac{g}{x^2}}$, qui satisfait à l'équation

$$x^3 z' = 2(x+g)z;$$

on a, dans ce cas,

$$W = x^3 \quad \text{et} \quad V = x + g.$$

$\Theta_n$ est donc un polynôme du premier degré $\alpha_n x + \beta_n$ et $\Omega_n$ un polynôme du second degré; je ferai $P_n = 1$. Soit $\rho$ le coefficient de $x^2$ dans $\Omega_n$; l'équation (1) montre que $\rho^2$ est le coefficient de $x$ dans $R_n$ et, en égalant à zéro le coefficient de $x^{n+2}$ dans le premier membre de l'identité (3), on obtient l'équation

$$\rho^2 + \rho - n(n+1) = 0;$$

la racine $\rho = n$, comme on le prouve aisément, est à rejeter : on a donc

$$\rho = -(n+1),$$

et $\Omega_n$ est de la forme $-(n+1)x^2 + a_n x + b_n$.

» On tire de la relation (5) $T_n = \frac{2n+3}{\alpha_{n+1}}$ et, la relation (4) montrant que $Q_{n+1}$ est la partie entière du quotient de $T_n x^3$ par $\Omega_{n+1} - \Omega_n$, on en déduit

$$Q_{n+1} = -\frac{2n+3}{\alpha_{n+1}}(x + a_{n+1} - a_n).$$

» L'identité (2) donne alors les relations

$$(6) \qquad (2n+3)\beta_{n+1} = \alpha_{n+1}[(2n+2)a_n - (2n+4)a_{n+1}]$$

et

$$(7) \qquad b_{n+1} + b_n = (a_{n+1} - a_n)[(2n+4)a_{n+1} - (2n+2)a_n].$$

» Enfin, de l'identité (2) on déduit les relations suivantes :

$$(8) \qquad \alpha_n \alpha_{n+1} = a_n^2 - 2(n+1)b_n - 1,$$

$$(9) \qquad \alpha_n \beta_{n+1} + \beta_n \alpha_{n+1} = 2a_n b_n - 2g,$$

$$(10) \qquad \beta_n \beta_{n+1} = b_n^2 - g^2$$

et

$$R_n = (n+1)^2 x - 2(n+1)a_n.$$

» Cela posé, on voit que, si l'on connaît les valeurs de $\alpha_n$, $\beta_n$, $a_n$ et $b_n$, les valeurs de $\alpha_{n+1}$ et de $\beta_{n+1}$ pourront se tirer des formules (8) et (10); la formule (6) permettra ensuite de calculer $a_{n+1}$, et la formule (7), $b_{n+1}$.

On saura donc calculer, de proche en proche et par voie récurrente, les polynômes $Q_n$, dont la valeur est donnée par la formule

$$Q_n = -\frac{2n+1}{\alpha_n}(x + a_n - a_{n-1}),$$

puis les dénominateurs et les numérateurs des réduites par les formules

$$f_{n+1} - Q_n f_n + f_{n-1} = 0,$$
$$\varphi_{n+1} - Q_n \varphi_n + \varphi_{n-1} = 0. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Abaissement des limites fournies par la règle des signes de Descartes.* Note de M. **D. André**, présentée par M. Hermite.

« Étant donnée une équation algébrique quelconque $f(x) = 0$, la règle des signes de Descartes fournit, comme on sait, deux limites supérieures, l'une $v$, du nombre des racines positives de cette équation, l'autre $w$, du nombre des racines négatives. Ces deux limites peuvent se déterminer, sans calcul, sur le polynôme $f(x)$. Elles sont d'ordinaire trop élevées, et il y a intérêt à les abaisser.

» Grâce à une étude approfondie des variations qui se perdent dans la multiplication de $f(x)$ par $x + \alpha$, je suis parvenu, pour cet abaissement, à deux théorèmes, relatifs, l'un aux racines positives, l'autre aux racines négatives de l'équation $f(x) = 0$; et ces théorèmes présentent ce double avantage : d'abord, de donner tout l'abaissement que l'on peut tirer de la considération de ces variations perdues; ensuite, d'être applicables dès que quelques coefficients de $f(x)$ satisfont à certaines *inégalités*, c'est-à-dire dans des cas très généraux, qui se rencontrent à chaque instant.

» Ce sont ces théorèmes que je vais exposer, en les faisant précéder de quelques préliminaires indispensables.

» Soit $f(x)$ un polynôme entier quelconque, complet ou incomplet, ordonné par rapport aux puissances décroissantes de $x$. Considérons-y trois termes consécutifs, c'est-à-dire trois termes où les exposants de $x$ soient trois nombres entiers consécutifs. Si, dans ce groupe de trois termes, les coefficients extrêmes sont de même signe, et que le carré du coefficient moyen ne dépasse pas le produit des coefficients extrêmes, ce groupe constitue un *trinôme abaisseur*. Les trinômes abaisseurs sont de la première ou de la seconde espèce, selon qu'ils nous présentent deux variations ou deux permanences. Si l'on désigne par L, M, N les valeurs absolues des trois

coefficients d'un trinôme abaisseur, soit de la première, soit de la seconde espèce, le carré $M^2$ est toujours inférieur ou égal au produit LN; et l'on dit que le nombre positif $\alpha$ est *compris* dans ce trinôme abaisseur, lorsque ce nombre satisfait à cette double relation

$$\frac{M}{L} \leq \alpha \leq \frac{N}{M}.$$

» D'ailleurs, deux trinômes abaisseurs sont *distincts* lorsqu'ils n'ont pas plus d'un terme en commun; plusieurs trinômes abaisseurs sont *distincts*, lorsque deux quelconques d'entre eux sont distincts; et des trinômes abaisseurs, en nombre quelconque, sont *compatibles* lorsqu'il existe un nombre $\alpha$, au moins, qui soit compris dans chacun d'eux.

» Ces définitions posées, nous pouvons énoncer, sur la multiplication de $f(x)$ par $x + \alpha$, le théorème fondamental suivant :

» Théorème fondamental. — *Lorsque l'on multiplie $f(x)$ par $x + \alpha$, le nombre $\alpha$ étant positif, il se perd juste autant de couples de variations qu'il y a, dans $f(x)$, de trinômes abaisseurs de la première espèce, distincts les uns des autres et comprenant $\alpha$.*

» Ce théorème nous permet de résoudre, sur la multiplication par $x + \alpha$, un certain nombre de problèmes intéressants. Il nous montre notamment que le nombre maximum des variations qui se peuvent perdre, dans cette multiplication, est juste égal au double du plus grand nombre de trinômes abaisseurs de la première espèce, distincts et compatibles, que présente le polynôme $f(x)$. Et cette remarque nous conduit immédiatement aux deux théorèmes que voici :

» Théorème I. — *Si l'on désigne par $\theta$ le plus grand nombre de trinômes abaisseurs de la première espèce, distincts et compatibles, que présente le polynôme $f(x)$, le nombre des racines positives de l'équation $f(x) = 0$ est au plus égal à $v - 2\theta$, et s'il est inférieur à cette limite, c'est d'un nombre pair.*

» Théorème II. — *Si l'on désigne par $\tau$ le plus grand nombre de trinômes abaisseurs de la seconde espèce, distincts et compatibles, que présente le polynôme $f(x)$, le nombre des racines négatives de l'équation $f(x) = 0$ est au plus égal à $w - 2\tau$, et s'il est inférieur à cette limite, c'est d'un nombre pair.*

» Tels sont les deux théorèmes que je voulais faire connaître. On peut remarquer que les quatre nombres $v$, $w$, $\theta$ et $\tau$ qu'ils contiennent se déduisent, sans calcul, de l'examen du polynôme $f(x)$. Pour en donner une application, je considérerai l'équation

$$x^6 - x^5 + 2x^4 + x^3 + 3x^2 - 2x + 5 = 0,$$

où les nombres $v$, $\varpi$, $\theta$ et $\tau$ ont pour valeurs numériques respectives 4, 2, 2 et 1. Il s'ensuit que, pour cette équation, chacune des différences $v - 2\theta$, $\varpi - 2\tau$ est égale à zéro; par conséquent, cette équation n'a aucune racine positive, ni aucune racine négative : toutes ses racines sont imaginaires.

» On peut d'ailleurs, en général, remarquer que, si l'on désigne par $m$ le degré de l'équation $f(x) = 0$, le nombre des racines imaginaires de cette équation est au moins égal à $m - v + 2\theta - \varpi + 2\tau$, c'est-à-dire, *a fortiori*, au moins égal à $2\theta + 2\tau$.

» Dans un Mémoire qui paraîtra bientôt, je donnerai, avec tout le détail nécessaire, les démonstrations des théorèmes qui précèdent, ainsi que les énoncés et les démonstrations de plusieurs autres théorèmes. Je ferai connaître, en même temps, un mode très simple et très utile de représenter graphiquement le système des trinômes abaisseurs, soit de la première, soit de la seconde espèce, qui se trouvent dans un polynôme donné. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la distribution du potentiel dans des masses liquides limitées par des faces planes.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 23 septembre 1883, M. Chervet a exprimé, à l'aide d'une formule intéressante, la distribution du potentiel dans une masse liquide indéfinie limitée par deux plans parallèles, en supposant les électrodes placées en deux points symétriques par rapport au plan médian. La fonction introduite par M. Chervet pour exprimer ce potentiel est, d'après les dénominations que j'ai employées dans ma Note du 5 février 1883, une fonction uniforme de $x, y, z$ admettant un groupe de périodes et ayant une infinité de pôles du premier degré sur la droite joignant les électrodes. Il résulte d'une correspondance que nous avons échangée à ce sujet, M. Chervet et moi, que cette même méthode peut être étendue au cas d'une masse liquide indéfinie ayant la forme d'un prisme droit à base rectangle, les électrodes étant placées aux milieux des côtés opposés d'une même section droite; le potentiel est alors une fonction uniforme de $x$, $y$, $z$, ayant deux groupes de périodes et admettant une infinité de pôles simples dans la section droite des deux électrodes.

» J'ai reconnu depuis que ces résultats sont susceptibles d'une grande extension, et jusqu'à présent j'ai résolu la même question :

» 1° Pour une masse liquide indéfinie limitée par deux plans parallèles ou ayant la forme d'un prisme droit à base rectangle, mais en supposant les électrodes placées d'une façon quelconque ;

» 2° Pour une masse liquide ayant la forme d'un parallélépipède rectangle, les électrodes étant placées d'une façon quelconque.

» La solution de toutes ces questions peut se résumer ainsi : en considérant l'une des électrodes comme un point lumineux et les faces planes de la masse liquide comme des surfaces réfléchissantes du côté du liquide, on construit toutes les images de ce point et l'on forme une fonction $F(x, y, z)$ satisfaisant à l'équation $\Delta F = 0$, et admettant pour pôles de résidus $+1$ le point lumineux et toutes ses images; considérant, de même, l'autre électrode et toutes ses images, on formera une fonction analogue $F_1(x, y, z)$ ayant tous ces points pour pôles de résidus $+1$; la différence

$$F(x, y, z) - F_1(x, y, z),$$

augmentée d'une fonction entière convenable, sera le potentiel cherché. La formation de ces deux fonctions F et $F_1$ repose sur l'extension du théorème de M. Mittag-Leffler aux fonctions uniformes vérifiant l'équation $\Delta V = 0$, extension que j'indique en détail dans un Mémoire actuellement en cours de publication dans les *Acta mathematica*. Il est à présumer que cette règle fournira le potentiel dans un grand nombre d'autres masses liquides limitées par des plans : c'est ce que je me réserve d'examiner dans un Mémoire plus étendu [1].

» Je me borne, dans cette Note, à indiquer le résultat pour une masse liquide ayant la forme d'un parallélépipède rectangle, en me plaçant dans le cas le plus simple. Supposons les axes coordonnés choisis de telle façon que les six faces du parallélépipède aient pour équations

$$x = \pm \tfrac{1}{2}, \quad z = \pm \tfrac{1}{2}, \quad y = 0, \quad y = \tfrac{1}{2};$$

supposons de plus les électrodes placées aux points où l'axe $Oy$ coupe les deux faces $y = 0$ et $y = \frac{1}{2}$.

» Le potentiel s'exprime alors à l'aide de la fonction $Z(x, y, z)$, définie dans ma Note du 5 février 1883, fonction qui a pour pôles de résidus $+1$, tous les points ayant pour coordonnées

$$x = m, \quad y = n, \quad z = p,$$

(1) *Voir* à ce sujet le *Traité d'Électricité de Maxwell*, vol. I, p. 191 et 366.

où $m$, $n$, $p$ sont des entiers quelconques positifs, négatifs ou nuls; la fonction $Z(x, y+\frac{1}{2}, z)$ a de même pour pôles de résidu $+1$ tous les points ayant pour coordonnées

$$x=m, \quad y=n+\tfrac{1}{2}, \quad z=p.$$

» Le potentiel cherché est alors, à un facteur constant près, égal à la fonction

$$V(x,y,z)=\frac{\lambda}{8}+\frac{\lambda}{2}y+Z(x,y,z)-Z(x,y+\tfrac{1}{2},z),$$

où $\lambda$ est une constante numérique connue ([1]).

» Cette fonction $V(x,y,z)$ admet, par rapport à chacune des variables $x$, $y$, $z$, la période $1$ et elle vérifie l'équation

$$V(x, y+\tfrac{1}{2}, z)+V(x,y,z)=0;$$

de plus, elle est paire par rapport à chacune des variables.

» Une méthode semblable peut être appliquée à la recherche de la distribution du potentiel dans des plaques polygonales; la formation des fonctions analogues à celles que nous venons de désigner par $F(x,y,z)$ et $F_1(x,y,z)$ dépend alors du théorème de M. Weierstrass sur la décomposition d'une fonction uniforme d'une variable imaginaire en *facteurs primaires*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre, qui contiennent linéairement les dérivées les plus élevées.* Note de M. R. LIOUVILLE.

« Soit, en adoptant les notations d'Ampère,

$$(1) \qquad Hr+2Ks+Lt+M=0$$

une équation linéaire relativement aux dérivées du second ordre; les coefficients H, K, L, M qui y figurent ne sont assujettis qu'à la seule condition de ne pas renfermer la fonction inconnue.

» Il existe toujours une substitution par laquelle, prenant pour inconnue nouvelle une certaine fonction des dérivées du premier ordre de l'inconnue

([1]) Cette constante $\lambda$ est celle qui figure dans les relations exprimant les propriétés fondamentales de la fonction $Z(x,y,z)$; la constante $\mu$ de ces mêmes relations est égale à $\frac{\lambda}{2}$.

primitive et des variables indépendantes, on transforme l'équation proposée en une autre, également linéaire par rapport aux dérivées du second ordre. La résolution de cette dernière entraîne celle de l'équation qu'on étudie, et inversement; enfin cette nouvelle équation peut admettre des intégrales intermédiaires, alors que la proposée n'en avait aucune.

» Soit, en effet, V une fonction des seules variables $x$, $y$, $p$, $q$, et supposons qu'elle soit choisie de manière à satisfaire la première équation des caractéristiques, c'est-à-dire la suivante :

$$(2) \qquad -L\frac{\partial V}{\partial p} + (K \pm \sqrt{G})\frac{\partial V}{\partial q} = 0,$$

où G désigne le binôme $K^2 - HL$.

» Représentons par $z_1$ ce que devient la fonction V, lorsqu'on y substitue à $p$ et $q$ leurs expressions, supposées connues, en fonction de $x$ et de $y$, et par $p_1$, $q_1$, $r_1$, $s_1$, $t_1$ ses dérivées des deux premiers ordres. Il est facile de voir qu'on a, en vertu de l'équation proposée (1),

$$(3) \qquad Hp_1 + (K \pm \sqrt{G})q_1 = H\frac{\partial V}{\partial x} + (K \pm \sqrt{G})\frac{\partial V}{\partial y} - M\frac{\partial V}{\partial p},$$

et cette relation, jointe à celle qu'on a déjà,

$$z_1 = V(x, y, p, q),$$

permet d'exprimer les fonctions $p$ et $q$ à l'aide de $z_1$, $p_1$, $q_1$ et de $x$ et $y$. Comme, d'ailleurs, on doit avoir

$$\frac{\partial p}{\partial y} = \frac{\partial q}{\partial x},$$

on en déduit une équation aux dérivées partielles du second ordre à laquelle satisfait la fonction $z_1$; c'est la transformée que nous nous proposions d'obtenir, évidemment linéaire relativement à $r_1$, $s_1$, $t_1$, comme nous l'avons dit. Si l'équation donnée (1) est linéaire à l'égard des dérivées du premier ordre $p$ et $q$, comme de celles du second ordre, la transformée est aussi une équation purement linéaire.

» **2.** Comme première application de la transformation proposée, nous étudions l'équation

$$(4) \qquad (x^2 - y^2)(r - t) + 4xys = 0,$$

par laquelle on détermine toutes les représentations planes de la sphère,

qui conservent les aires infiniment petites et en même temps l'orthogonalité des méridiens et des parallèles. Nous parvenons à ce résultat :

» *Toute solution connue de l'équation*

$$(x^2 - y^2)(r - t) + 4xys = 0$$

*en fait connaître une autre qui s'exprime ainsi*

$$(5) \qquad z_1 = (y + x)p + (y - x)q,$$

*et une autre encore donnée par la formule*

$$(6) \qquad \left\{ \begin{aligned} 2z_0 = \int dx \left[\frac{(x^2 - y^2)q + (x - y)^2 p + 2yz}{x^2 + y^2}\right] \\ + dy \left[\frac{(x^2 - y^2)p + (x + y)^2 q - 2xz}{x^2 + y^2}\right], \end{aligned} \right.$$

*et celle-ci en fait connaître une autre par une transformation semblable, et ainsi de suite.*

» Comme première intégrale, on peut prendre, par exemple,

$$(7) \qquad z = \operatorname{arc\,tang} \frac{y}{x}.$$

» Entre les intégrales déduites des équations (6) et (7), on prouve aisément qu'il n'existe jamais une relation linéaire.

» On obtient des résultats tout à fait analogues pour l'équation

$$r + 2qs + (q^2 - b^2)t = 0,$$

de laquelle dépend le mouvement d'un fluide élastique, lorsqu'on tient compte de la grandeur de ses vibrations.

» Si l'Académie veut bien le permettre, j'indiquerai, dans une autre Communication, quelques conséquences de la transformation proposée plus haut relativement aux équations purement linéaires, à celles surtout dont les coefficients ne dépendent que de l'une des deux variables indépendantes. »

MÉCANIQUE. — *Relation entre la puissance et la résistance appliquées aux deux points d'attache d'un frein à lame, lorsqu'on tient compte de l'élasticité de la lame.* Note de M. **H. Léauté**, présentée par M. Resal.

« Nous avons vu, dans une Communication précédente [1], que le module $k$ des fonctions elliptiques qui s'introduisent dans la théorie générale du frein à lame, lorsqu'on tient compte de l'élasticité, est donné par la relation

$$\cos\frac{\alpha_0}{2} = k,$$

où $\alpha_0$ est l'angle de la tangente à la lame au point d'attache, avec la force P appliquée en ce point.

» Plus la lame est flexible, et plus $\alpha_0$ est petit; il est bien clair que, pour une lame parfaitement flexible, $\alpha_0$ serait nul, puisque cette lame ne pourrait résister que suivant sa longueur; $k$ serait donc égal à l'unité. Or, dans la pratique, on a intérêt à prendre la lame aussi flexible que possible, car on augmente ainsi l'arc embrassé et, par suite, l'énergie du frein; aussi $\alpha_0$ est-il toujours une petite quantité. Dans les applications, le module $k$ se trouve, dès lors, très voisin de l'unité, et on peut le supposer égal à cette limite. Ceci permet de ramener les fonctions elliptiques à de simples fonctions hyperboliques, fait disparaître la principale difficulté du calcul et conduit, comme on va le voir, à des résultats particulièrement simples.

» Si, en effet, on désigne par $\sigma$ l'arc compté à partir de l'extrémité libre de la lame, par $\rho$ le rayon de courbure, par $\alpha$ l'angle de l'élément de lame considéré avec la force P appliquée à l'extrémité, par E le coefficient d'élasticité longitudinale, par I le moment d'inertie d'une section normale par rapport à l'axe de flexion, et par $a$ la quantité $\sqrt{\frac{\mathrm{EI}}{\mathrm{P}}}$, on a, ainsi que nous l'avons montré dans le travail précédemment cité,

$$\frac{1}{\rho} = \frac{2kk'}{a}\,\frac{\sin\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}}{\Delta\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}} = \frac{2}{a}\cos\operatorname{am}\left(\mathrm{K} - \frac{\sigma}{a}\right),$$

[1] *Comptes rendus*, 7 janvier 1884.

$$\cos\frac{\alpha}{2} = k\frac{\cos \operatorname{am}\frac{\sigma}{a}}{\Delta \operatorname{am}\frac{\sigma}{a}} = k \sin \operatorname{am}\left(K - \frac{\sigma}{a}\right),$$

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{k'}{\Delta \operatorname{am}\frac{\sigma}{a}} = \Delta \operatorname{am}\left(K - \frac{\sigma}{a}\right);$$

on en déduit, quand le module devient égal à l'unité,

$$\frac{1}{\rho} = \frac{2}{a}\frac{1}{\cos \operatorname{hyp}\left(K - \frac{\sigma}{a}\right)},$$

$$\cos\frac{\alpha}{2} = \operatorname{tang} \operatorname{hyp}\left(K - \frac{\sigma}{a}\right),$$

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{\cos \operatorname{hyp}\left(K - \frac{\sigma}{a}\right)},$$

ce qui donne

$$\rho \sin\frac{\alpha}{2} = \frac{a}{2},$$

et comme, en pratique, l'angle $\frac{\alpha}{2}$ est toujours petit, on peut remplacer dans cette relation le sinus de cet arc par l'arc lui-même et la ramener à la forme très simple

$$\rho\alpha = a = \left[\frac{EI}{P}\right]^{\frac{1}{2}}.$$

» On voit ainsi que, si l'on a une lame flexible encastrée à une de ses extrémités et soumise à l'autre à une traction, l'angle de chaque élément de lame avec la direction de la force est inversement proportionnel au rayon de courbure en cet élément. De plus, cet angle, que l'on peut appeler l'*angle de déviation*, varie en raison inverse de la racine carrée de l'effort exercé. Il en est de même évidemment pour la distance de l'élément à la direction de la force. Il résulte de là que les directions des efforts qui tirent les extrémités de la lame étant connues, on en déduit immédiatement, en fonction de ces efforts, la position des points où cette lame cesse de toucher la poulie. Il suffit donc d'appliquer la formule que nous venons d'obtenir à la lame flexible qui, enroulée sur la poulie, constitue le frein, pour déterminer l'arc embrassé A.

» Dans ce but, représentons par $A_1$ l'arc, plus grand que A, qui constituerait l'arc embrassé si la lame était parfaitement flexible; cet arc $A_1$ dif-

fère de A des deux quantités $\frac{1}{r}\left[\frac{EI}{P_0}\right]^{\frac{1}{2}}$ et $\frac{1}{r}\left[\frac{EI}{P_1}\right]^{\frac{1}{2}}$, dans lesquelles $P_0$ et $P_1$ sont les deux forces qui agissent sur le frein aux deux points d'attache et où $r$ est le rayon de la poulie.

» On a, dès lors,

$$A = A_1 - \frac{1}{r}\left[\frac{EI}{P_0}\right]^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{r}\left[\frac{EI}{P_1}\right]^{\frac{1}{2}},$$

et comme l'on a, entre $P_0$ et $P_1$, ainsi que nous l'avons démontré [1], quand la lame est circulaire avant l'enroulement,

$$P_1 = P_0 e^{fA},$$

on en déduit

$$P_1 = P_0 \frac{e^{fA_1}}{e^{\frac{f}{r}\left[\left(\frac{EI}{P_0}\right)^{\frac{1}{2}} + \left(\frac{EI}{P_1}\right)^{\frac{1}{2}}\right]}};$$

mais les quantités $\frac{f}{r}\left(\frac{EI}{P_0}\right)^{\frac{1}{2}}$ et $\frac{f}{r}\left(\frac{EI}{P_1}\right)^{\frac{1}{2}}$ étant toujours petites, on peut écrire

$$(1) \qquad P_1 = P_0 e^{fA_1}\left[1 - \frac{f}{r}(EI)^{\frac{1}{2}}\left(\frac{1}{P_0^{\frac{1}{2}}} + \frac{1}{P_1^{\frac{1}{2}}}\right)\right],$$

et cette formule, facile à mettre en nombre, suffira pour les besoins de la pratique.

» En résumé, le problème du frein à lame, pris dans toute sa généralité, exige, pour être résolu d'une manière absolument rigoureuse, l'emploi des fonctions elliptiques, et nous avons indiqué les formules qui en donnent la solution. Mais, si l'on tient compte des conditions particulières, toujours remplies dans les applications, la solution se simplifie notablement et se laisse réduire à une formule unique d'une application facile. On peut ainsi énoncer comme il suit la règle simple qui constitue le résultat pratique de ce travail :

» *Dans un frein à lame flexible où la lame est rectiligne ou circulaire à l'état primitif, on a, entre la puissance et la résistance, lorsque le glissement est sur le point de se produire ou lorsqu'il a lieu uniformément, la relation* (1) *où* $A_1$ *est l'arc qui serait embrassé si la lame était parfaitement flexible, et* $r$ *le rayon de la poulie.*

» Cette formule (1) permet aisément le calcul de $P_1$ en fonction de $P_0$

---

[1] *Comptes rendus*, 22 octobre 1883.

par la méthode des approximations successives; on prend d'abord

$$P_1 = P_0 e^{f\Delta_1};$$

puis, portant cette valeur dans la formule (1), on a

$$P_1 = P_0 e^{f\Delta_1}\left[1 - \frac{f}{r}\left(\frac{EI}{P_0}\right)^{\frac{1}{2}}\left(1 + e^{-\frac{f\Delta_1}{2}}\right)\right],$$

et ainsi de suite. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'action réciproque de deux sphères électrisées.* Note de M. MASCART.

« Poisson a traité d'une manière générale le problème de la distribution de l'électricité sur deux sphères conductrices, mais les calculs très longs qu'entraîne l'application de sa méthode n'ont été effectués que pour un petit nombre de cas particuliers. En partant de l'idée ingénieuse des images électriques, Sir W. Thomson a indiqué des développements en série qui permettent de déterminer les masses électriques de deux sphères en fonction des potentiels et l'action réciproque en fonction des masses ou des potentiels; les calculs ont été réduits en Tables, pour le cas de deux sphères égales dont la distance des centres ne dépasse pas le double de leur diamètre.

» Lorsqu'on emploie la balance de Coulomb pour des mesures absolues, il peut être avantageux d'opérer à une distance plus grande, et il n'existe pas, à ma connaissance, de formule simple ni de Tables qui permettent alors de calculer les phénomènes avec une approximation suffisante. La méthode de Sir W. Thomson, simplifiée en quelques points, conduit à des formules dont l'exactitude paraît répondre à tous les besoins des expériences.

» Il suffit d'admettre que les images successives provenant de l'induction mutuelle des deux sphères sont respectivement concentrées au point qu'occupe la première d'entre elles, c'est-à-dire au point conjugué du centre de chaque sphère par rapport à l'autre. Avec cette hypothèse, si l'on considère deux sphères égales dont $r$ est le rayon, $d$ ou $cr$ la distance des centres, $m$ et $m'$ les masses électriques, V et V' les potentiels, on trouve aisément que la masse $m$ de la première a pour expression

$$m = rV - \frac{r(c^2-1)^2}{c[(c^2-1)^2-c^2]}\left(V' - \frac{c}{c^2-1}V\right).$$

» On peut considérer cette masse totale comme formée de deux parties, l'une $m_1 = rV$, dont la distribution est homogène et dont l'action extérieure est la même que si elle était concentrée au centre; l'autre, $-m_2 = m - m_1$, qu'on pourra aussi supposer concentrée au point conjugué du centre de la seconde sphère, c'est-à-dire à la distance $\frac{r^2}{d}$ du centre de la première.

» La masse $m'$ de la seconde sphère étant de même partagée en deux autres $m'_1$ et $-m'_2$, l'action réciproque des deux sphères a pour expression

$$f = \frac{m_1 m'_1}{d^2} - \frac{m_1 m'_2 + m'_1 m_2}{\left(d - \frac{r^2}{d}\right)^2} + \frac{m'_1 m'_2}{\left(d - 2\frac{r^2}{d}\right)^2}.$$

On pourra ainsi calculer les valeurs de $m$, $m'$ et $f$ en fonction des potentiels.

» Les résultats se simplifient beaucoup quand on suppose $m = m'$ et par suite $V = V'$; il vient alors

$$m = rV\left[1 - \frac{c^2 - 1}{c(c^2 + c - 1)}\right],$$

$$f = V^2\left[\frac{1}{c^2} - \frac{2c}{(c^2 - 1)(c^2 - c - 1)} + \frac{(c^2 - 1)^2}{(c^2 - 2)^2(c^2 + c - 1)}\right],$$

d'où l'on déduira le rapport $\frac{fr^2}{m^2}$ en fonction de la distance des centres.

» Il est clair, par la nature même de l'hypothèse admise, que ces formules sont d'autant plus exactes que la distance est plus grande. Pour avoir une idée de l'approximation qu'elles comportent, nous considérerons le cas extrême $c = 4$, qui correspond à la limite des Tables de Sir W. Thomson. On obtient ainsi

$$m = rV \times 0{,}080262,$$

$$f = V^2 \times 0{,}03761,$$

$$f = \frac{m^2}{r^2} \times 0{,}05838.$$

» Les valeurs des coefficients numériques données par les Tables sont respectivement 0,080258 — 0,03766 — 0,05846. L'erreur relative des formules approchées est donc d'environ 0,001 dans ce cas, qui est le plus défavorable. Si la valeur de $c$ dépasse 5 ou 6, il est plus avantageux de développer les expressions en séries ordonnées suivant les puissances crois-

santes de $\frac{1}{c}$, dont les premiers termes sont

$$m = rV\frac{c}{c+1}\left[1+\frac{1}{c^4}\left(1-\frac{1}{c}+\frac{2}{c^2}-\frac{3}{c^3}+\frac{5}{c^4}-\ldots\right)\right],$$

$$f = \frac{V^2}{(c+1)^2}\left[1-\frac{2}{c^3}\left(2-\frac{1}{c}+\frac{4}{c^2}-\frac{7}{c^3}+\frac{11}{c^4}-\ldots\right)\right],$$

$$f = \frac{m^2}{d^2}\left[1-\frac{2}{c^3}\left(2+\frac{3}{c^2}-\frac{5}{c^3}+\frac{4}{c^4}-\ldots\right)\right].$$

» Le terme principal dans chacune de ces expressions représente la valeur que l'on aurait trouvée en supposant que l'action extérieure de chaque sphère est la même que si sa masse électrique était concentrée en son centre.

» On remarquera, en particulier, que, pour la valeur de la force en fonction des masses, la formule simple employée par Coulomb ne comporte pas une erreur relative de 0,02 quand on fait seulement $c = 6$, c'est-à-dire quand la distance des centres est triple du diamètre des sphères. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la pile Skrivanow (modèle de poche).* Note de M. **D. Monnier**, présentée par M. Jamin.

« L'élément est constitué par une lame de zinc et par du chlorure d'argent enveloppé de papier parcheminé, plongeant dans une liqueur alcaline (75 parties de potasse caustique pour 100 parties d'eau).

» L'enveloppe est constituée par une petite auge en gutta-percha qui peut être hermétiquement fermée. Les conducteurs et les contacts extérieurs sont en argent. L'élément complet pèse environ $100^{gr}$. La force électromotrice de cet élément est de $1^{volt},45$ à $1^{volt},50$. Il peut débiter un courant de 1 ampère pendant une heure environ. Au bout de ce temps, il suffit de renouveler le liquide potassique.

» Après deux ou trois renouvellements du liquide potassique, le chlorure d'argent doit être remplacé. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les variations de la force électromotrice dans les accumulateurs.* Note de M. **E. Reynier**, présentée par M. du Moncel. (Extrait par l'auteur.)

« Les expériences ont porté sur trois systèmes de piles secondaires : 1° l'accumulateur Planté : plomb réduit, plomb peroxydé, eau acidulée

sulfurique; 2° l'accumulateur *au cuivre :* plomb cuivre, plomb peroxydé, solution acidulée de sulfate de cuivre; 3° l'accumulateur au *zinc amalgamé* : plomb zingué, plomb peroxydé, solution acidulée de sulfate de zinc. Les trois spécimens expérimentés n'étaient pas complètement *formés*.

» Des mesures de force électromotrice ont été faites, pendant la *charge* et la *décharge*, par la méthode de l'*égale déviation*.

» Mes expériences confirment précisément et étendent les observations déjà anciennes de M. Gaston Planté, sur les variations de la force électromotrice dans les accumulateurs. Voici les conclusions de mon travail :

» I. Dans les trois systèmes d'accumulateurs étudiés, la force électromotrice secondaire est notablement plus élevée durant la charge que pendant la décharge. Le rapport de la plus petite de ces valeurs à la plus grande pourrait être appelé *coefficient de baisse*; c'est un *facteur de perte* qui affecte le *rendement* des accumulateurs.

» II. La surélévation fugitive de la force électromotrice augmente :

» 1° Avec l'intensité du courant de charge (G. Planté);

» 2° Avec la force électromotrice de la source.

» III. Dans l'accumulateur Planté, la force électromotrice est au moins $1^{volt},95$ pendant la charge, et au plus $1^{volt},85$ pendant la décharge. Le coefficient de baisse est donc 0,95, dans les conditions les plus favorables.

» IV. Dans l'accumulateur au cuivre, la force électromotrice est au moins $1^{volt},43$ pendant la charge, et au plus $1^{volt},25$ pendant la décharge. Le coefficient de baisse est 0,87, dans les conditions les plus favorables. L'accumulateur au cuivre est celui qui perd le plus.

» V. Dans l'accumulateur au zinc amalgamé, la force électromotrice est au moins $2^{volts},4$ pendant la charge, et au plus $2^{volts},36$ pendant la décharge. Le coefficient de baisse est 0,983, dans les conditions les plus favorables. L'accumulateur au zinc amalgamé est celui qui perd le moins.

» VI. Dans la pratique, les pertes à subir par les variations de la force électromotrice seront presque toujours supérieures à celles qu'on vient d'indiquer, parce qu'on emploie généralement des régimes de charge et de décharge plus rapides que ceux qui correspondent aux expériences dont les résultats sont résumés ici. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur un moyen d'obtenir la longitude d'un lieu, où l'on connaît la latitude et le temps sidéral, par l'observation de la hauteur vraie de la Lune à un moment précis connu d'avance.* Note de M. **Ch. Rouget**, présentée par M. F. Perrier.

« Dans un Mémoire présenté le 10 janvier 1881, j'ai fait voir que l'on peut calculer, exactement, pour une nuit déterminée, les coordonnées de la Lune au moment de son passage sur une trajectoire de même hauteur ou de même verticalité, avec l'heure sidérale de Paris correspondante.

» Lorsqu'on observe le passage de cette trajectoire sur un parallèle donné (il suffit de son époque dans le cas actuel), en général la Lune aura déjà passé ou n'aura pas encore passé sur la trajectoire, puisqu'il n'y a qu'un point sur le parallèle d'où l'on puisse observer le phénomène complet. J'ai pensé que le calcul de la correction à faire pour obtenir la longitude du lieu d'observation pouvait s'effectuer autrement que par la méthode des azimuts que j'avais alors indiquée.

» On peut, en effet, employer la hauteur vraie de la Lune à l'heure du passage de la trajectoire qui est constante pour tous les points du parallèle.

» Soient $(\alpha', \delta')$ les coordonnées de la Lune au moment de son passage en L' sur la trajectoire $(\theta_{\varepsilon T}, A_T)$, et Z'L' la distance zénithale de ce point comprise sur cette trajectoire jusqu'au zénith Z' situé sur le parallèle $l$. Cette distance ne change pas.

» Si, avec deux positions de la Lune prises dans la *Connaissance des Temps* et situées, d'après la Carte, avant et après le passage, on calcule les éléments $(\theta_{\varepsilon L}, A_L)$ d'une trajectoire de même verticalité (la Lune décrit un grand cercle dans ces limites), on aura au point $L'(\alpha', \delta')$, en y menant un méridien, deux angles $\Pi_L$ et $\Pi_T$ formant l'angle total $\Pi$.

» Chacun de ces angles défini par les relations

$$\sin \Pi_T = \pm \frac{\cos A_T}{\cos \delta'}, \quad \sin \Pi_L = \mp \frac{\cos A_L}{\cos \delta'}, \quad \sin \Pi = \frac{\sin \lambda \sin A_L \sin A}{\sin \delta'},$$

où

$$\lambda = \theta_{\varepsilon T} - \theta_{\varepsilon L}.$$

» Or la Lune n'est pas en L', elle est en L, le zénith actuel est en Z; on a, dans le triangle LL'Z, en mesurant directement la distance zénithale ZL de la Lune,

$$\cos ZL = \cos ZL' \cos LL' + \sin ZL' \sin LL' \cos \Pi,$$

d'où l'on tire LL', chemin parcouru ou à parcourir depuis ou avant le passage.

» Joignant au pôle les points L, L', on a

$$\sin(\delta' + d\delta') = \sin\delta' \cos LL' + \cos\delta' \sin LL' \cos \Pi_L,$$

d'où l'on conclura la variation $d\delta'$ en déclinaison de la Lune, que l'on convertit facilement en temps sidéral employé, par l'éphéméride de Paris; d'où la correction demandée.

» La variation $d\alpha'$ en ascension droite, que l'on peut encore mieux employer, est donnée par la formule

$$\operatorname{tang} d\alpha' = \frac{\sin \Pi_L \operatorname{tang} LL'}{\cos\delta' - \sin\delta' \operatorname{tang} LL' \cos \Pi_L}.$$

Les circonstances du phénomène indiquent la solution qu'il faut choisir, car il y a deux points de la route de la Lune qui ont la même distance zénithale. D'ailleurs, l'azimut de la trajectoire est connu, et les deux couples de coordonnées que l'on aura calculés, en cas de doute sur la position de la Lune, donneront deux azimuts différents que l'on pourra comparer à celui de la trajectoire. Cette observation est possible à la mer. »

MÉCANIQUE. — *Sur le gyroscope marin.* Note de M. **Edm. Dubois**, présentée par M. Faye. (Extrait par l'auteur.)

« D'après les ordres du Ministre de la Marine, de nouvelles expériences sur le *gyroscope marin* ont été faites, le 11 et le 16 novembre 1883, en rade de Brest, à bord du cuirassé *le Turenne*, qui faisait ses essais de machine, de canon et de vitesse.

» La Commission, composée de MM. Boulhac de Rochebrune, capitaine de frégate, Le Fournier, lieutenant de vaisseau, et Alheilig, ingénieur de la Marine, devait utiliser les gyrations faites par le *Turenne* pour ses essais de machine, pour s'assurer que le gyroscope marin déterminait bien, pendant un temps suffisant, un *plan invariable*.

» La marche du bâtiment, pendant ces essais, ne permettant pas de comparer le plan du tore à des points fixes à terre, on a comparé les mouvements de gyration indiqués par le gyroscope à ceux qui étaient indiqués, en même temps, par un compas *Thompson*, parfaitement sensible et bien réglé trois jours avant, dans la baie de l'*Auberlac'h*, en même temps que les autres compas du bord.

» Voici les résultats des comparaisons faites dans les journées du 11 et du 16, comparaisons qui se divisent en cinq séries. Dans les deux premières, nous indiquons les intervalles de temps marqués à une montre à secondes, pour les gyrations successives d'un arc de 30° au gyroscope. A la 4ᵉ série, les *tops* étaient donnés après chaque 10°, et à la 5ᵉ série après chaque 20°.

*Le 11 novembre, 1ʳᵉ série (arc de 30° au gyroscope).*

| Indications du compas. | Indications corrigées de la déviation. | Arcs indiqués par le compas. | Différence. | Intervalles. |
|---|---|---|---|---|
| ° | ° ′ | ° ′ | ° ′ | s |
| S. 82 E............ | S. 78.40 E. | 29.40 | −0.20 | 31 |
| N. 70 E............ | N. 71.40 E. | 31.20 | +1.20 | 32 |
| N. 40 E............ | N. 40.20 E. | 30.20 | +0.20 | 41 |
| N. 9 E............ | N. 10.00 E. | 30.40 | +0.40 | 61 |
| N. 23 O............ | N. 20.40 O. | 30.00 | 0 | 63 |
| N. 53 O............ | N. 50.40 O. | 34.50 | +4.50 | 54 |
| N. 84 O............ | N. 85.30 O. | 29.00 | −1 | 52 |
| S. 64 O............ | S. 65.30 O. | | | |

*Le 11 novembre, 2ᵉ série (arc de 30° au gyroscope).*

| Indications du compas. | Indications corrigées de la déviation. | Arcs indiqués par le compas. | Différence. | Intervalles. |
|---|---|---|---|---|
| N. 42 E............ | N. 42.20 E. | 31.20 | +1.20 | 31 |
| N. 72 E............ | N. 73.40 E. | 31.00 | +1.00 | 32 |
| S. 79 E............ | S. 75.20 E. | 31.40 | +1.40 | 61 |
| S. 49 E............ | S. 43.40 E. | 29.00 | −1.00 | 63 |
| S. 20 E............ | S. 14.40 E. | 28.00 | −2.00 | 56 |
| S. 10 O............ | S. 13.20 O. | 28.20 | −1.40 | 57 |
| S. 40 O............ | S. 41.40 O. | 28.40 | −1.20 | 41 |
| S. 69 O............ | S. 70.20 O. | | | |

*Le 16 novembre, 3ᵉ série (arc de 30° au gyroscope).*

| Indications du compas. | Indications corrigées de la déviation. | Arcs indiqués par le compas. | Différence. | Intervalles. |
|---|---|---|---|---|
| N. 83 E............ | N. 85.20 E. | 31.00 | +1.00 | » |
| S. 68 E............ | S. 63.40 E. | 29.00 | −1.00 | » |
| S. 40 E............ | S. 34.40 E. | 29.30 | −0.30 | » |
| S. 10 E............ | S. 5.20 E. | 28.00 | −2.00 | » |
| S. 20 O............ | S. 22.40 O. | 30.00 | 0 | » |
| S. 51 O............ | S. 52.40 O. | 28.40 | −1.20 | » |
| S. 80 O............ | S. 81.20 O. | | | |

*Le 16 novembre, 4ᵉ série (arc de 10° au gyroscope).*

| Indications du compas. | Indications corrigées de la déviation. | Arcs indiqués par le compas. | Différence. | Intervalles. |
|---|---|---|---|---|
| N. 80 O............ | N. 78.20 O. | 9.20 | −0.40 | » |
| N. 71 O............ | N. 69 O. | 9.30 | −0.30 | » |
| N. 61.30 O............ | N. 59.30 O. | 10.50 | +0.50 | » |
| N. 52 O............ | N. 48.40 O. | 7.20 | +2.40 | » |
| N. 44 O............ | N. 41.20 O. | 8.50 | +1.10 | » |
| N. 35 O............ | N. 32.30 O. | | | |

*Le* 16 *novembre*, 5e *série* (*arc de* 20° *au gyroscope*).

| Indications du compas. | Indications corrigées de la déviation. | Arcs indiqués par le compas. | Différence. | Intervalles. |
|---|---|---|---|---|
| N.48 E........ .... | N.48.30 E. | | | |
| | | 20.50 | +0.50 | » |
| N.68 E............ | N.69.20 E. | | | |
| | | 25.40 | +5.40 | » |
| S.88 E............ | S.85 E. | | | |
| | | 21.50 | +1.50 | » |
| S.67.30 E... ...... | S.63.10 E. | | | |

» Des deux premières séries, il résulte que le tore a tourné pendant $5^m 34^s$ pour la première, et pendant $5^m 41^s$ pour la seconde. Dans chacune de ces séries, le navire a effectué une gyration de 210° à la suite de laquelle le mouvement du tore a été arrêté.

» Le navire a mis $48^s$, en moyenne, à parcourir 30°, ce qui donne $1^s,5$ pour chaque degré. On comprend alors que les erreurs de lecture au compas Thompson, au moment des tops donnés par l'observateur du gyroscope, peuvent aller jusqu'à 1° ou 2°. Les gyrations de 210° ont été parcourues sans interruption, et le gyroscope n'a été réglé qu'une *seule fois*, le 11, avant de commencer les expériences.

» Des cinq séries d'expériences, il résulte que, sur les vingt-huit comparaisons qui ont été faites entre les arcs indiqués au gyroscope et ceux qui étaient indiqués au compas Thompson, vingt-six *donnent un accord des plus satisfaisants;* aussi la conclusion de la Commission, dans son Rapport au Ministre, est la suivante :

« Des résultats précédents, la Commission croit devoir conclure que l'appareil de M. Dubois paraît bien réaliser sur un navire la condition d'avoir un *plan invariable* d'après leque on pourrait, en marche et au moyen d'une gyration, relever les « déviations relatives » d'un compas par rapport à la position initiale d'où il serait parti.... »

» A la suite de ce Rapport, le Ministre de la Marine a ordonné que le gyroscope marin serait placé sur l'éclaireur d'escadre *le Duchaffaut,* qui part pour la Nouvelle-Calédonie dans quelques jours. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau mode de préparation du permanganate de baryte.* Note de MM. G. **Rousseau** et B. **Bruneau**, présentée par M. Berthelot.

« Ce sel a été décrit pour la première fois par Mitscherlich; il l'a obtenu en décomposant le permanganate d'argent par le chlorure de baryum. Il

n'a pu réussir à le préparer par double décomposition, à l'aide du permanganate de potasse et du chlorate de baryte [1].

» Depuis, divers expérimentateurs, Fromherz, Wœhler, Bœttger, ont essayé de décomposer le manganate de baryte, en suspension dans l'eau bouillante, par un courant d'acide carbonique. Malheureusement, la réaction ne s'opère qu'avec une grande lenteur, et la majeure partie du manganate reste toujours indécomposée; de plus, l'acide carbonique tend à détruire le permanganate formé en mettant l'acide permanganique en liberté (Aschof).

» Nous avons pensé que l'étude de cette question méritait d'être reprise. L'acide permanganique, par l'énergie de ses propriétés oxydantes et de son pouvoir décolorant, semble en effet appelé à de nombreuses applications. Mais l'emploi de cet agent est resté impraticable jusqu'ici, par suite des difficultés de préparation du permanganate de baryte.

» Tous nos essais pour obtenir directement ce produit à l'aide du bioxyde de manganèse et des sels barytiques ont échoué. La seule méthode qui nous ait fourni des résultats satisfaisants consiste dans la décomposition du permanganate de potasse par l'acide hydrofluosilicique.

» On prépare une dissolution saturée à froid de permanganate de potasse; on y verse un poids connu d'acide hydrofluosilicique à 30° B. Il faut, pour déplacer complètement l'acide permanganique, ajouter un excès d'acide, 2 équivalents environ pour 1 équivalent de sel de potassium. Pour $100^{gr}$ de permanganate de potasse, on emploiera donc $300^{gr}$ à $400^{gr}$ d'acide hydrofluosilicique concentré.

» On laisse reposer quelques heures; quand le précipité s'est rassemblé, on décante la liqueur surnageante, on jette le dépôt sur un filtre d'amiante et on lave à l'eau froide.

» Il se produit dans cette opération une légère décomposition, accusée par la teinte brun clair du magma de fluosilicate de potasse.

» En évitant avec soin toute élévation de température, cette cause de perte est tout à fait insignifiante.

» La liqueur limpide, contenant un mélange d'acides permanganique et hydrofluosilicique, est saturée à froid par un lait de baryte qu'on y ajoute peu à peu, en remuant. La baryte se dissout dans l'acide permanganique et se reprécipite aussitôt à l'état d'hydrofluosilicate de baryte insoluble, tant qu'il reste de l'acide fluosilicique libre; la saturation s'opère par suite avec une grande rapidité.

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XLIX, p. 123.

» L'emploi du carbonate de baryte ne nous a pas réussi; la liqueur se décolore brusquement et tout le manganèse se précipite à l'état d'hydrate brun de peroxyde.

» Un quart d'heure environ après l'addition des dernières portions du lait de baryte, on cesse d'agiter. On laisse reposer, on décante la liqueur claire et l'on soumet le magma de fluosilicate de baryte à une série de lavages par décantation. Les liqueurs décantés, réunies aux eaux de lavage, sont évaporées au bain-marie, jusqu'à ce qu'une goutte de liquide, déposée sur une lame de verre, se prenne rapidement en une masse cristalline. Par refroidissement on obtient une cristallisation abondante.

» Toutefois, le produit est encore souillé par la présence d'un peu de bioxyde de manganèse ou de manganate vert de baryte, selon que la liqueur retenait un faible excès d'acide ou d'alcali. Pour obtenir le sel dans un grand état de pureté, il vaut mieux évaporer à sec, reprendre le résidu par une petite quantité d'eau bouillante, filtrer la dissolution sur l'amiante et la concentrer jusqu'au point convenable.

» On obtient ainsi de très beaux octaèdres orthorhombiques, presque noirs, à reflets violacés.

» Les cristaux qui se déposent d'une dissolution abandonnée à l'évaporation spontanée sont d'une dimension remarquable. Nous avons l'honneur d'en soumettre un échantillon à l'examen de l'Académie.

» Ils renferment :

| | Expérience. | Théorie. |
|---|---|---|
| Baryum.................... | 36,52 | 36,53 |
| Manganèse.................. | 29,74 | 29,33 |

» Il est probable qu'on pourra préparer, par un procédé analogue, la plupart des permanganates, et notamment les permanganates alcalinoterreux [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un colloïde azoté dérivé de l'acide amidobenzoïque.* Note de M. E. Grimaux, présentée par M. Pasteur.

« Les recherches sur l'hydrate ferrique colloïdal et des expériences encore inédites sur les conditions de coagulation de la silice soluble m'ont amené à reprendre l'étude des colloïdes azotés organiques de synthèse,

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire de Chimie de la Sorbonne.

étude dont j'ai eu l'honneur de présenter, il y a deux ans, les premiers résultats à l'Académie ([1]).

» Je suis arrivé à préparer une substance colloïdale azotée, se rapprochant des matières albuminoïdes par ses réactions, car, dans des conditions déterminées qu'on peut reproduire avec une solution ammoniacale de caséine, elle fournit des liquides *coagulables par la chaleur*.

» Pour obtenir cette substance, on dissout dans l'ammoniaque la poudre blanche formée dans l'action du perchlorure de phosphore sur l'acide amidobenzoïque et qui paraît être un anhydride, provenant de l'union, avec déshydratation, de plusieurs molécules d'acide. La solution ammoniacale, qui filtre très lentement, est évaporée dans le vide à la température ordinaire. Le colloïde amidobenzoïque forme d'abord une gelée épaisse, puis se dessèche en plaques translucides, jaunâtres, inodores et insipides, ressemblant à l'albumine du sérum. Il se gonfle dans l'eau froide où il se dissout peu à peu; il est facilement soluble dans l'eau chaude. Il peut être chauffé à 100° sans perdre sa solubilité dans l'eau; mais, si l'on évapore la solution au bain-marie, le résidu, quoique présentant le même aspect, est devenu complètement insoluble. On sait que ce caractère appartient à l'albumine.

» Le colloïde amidobenzoïque, devenu insoluble dans l'eau, se dissout dans l'ammoniaque, dans le phosphate de soude et dans les alcalis.

» Les essais faits sur la solution à 2 pour 100 du colloïde amidobenzoïque montrent qu'il est analogue par ses réactions aux colloïdes azotés fournis par les organismes vivants, et qu'il se comporte comme eux sous l'influence de substances diverses.

» L'acide chlorhydrique, l'acide azotique, l'acide acétique, l'acide tartrique, l'acide oxalique le précipitent; l'acide acétique en excès redissout difficilement le précipité qu'il a fourni, et la solution dépose des flocons par l'addition de ferrocyanure de potassium. L'acide azotique dissout à chaud le colloïde en se colorant en jaune. Les alcalis font passer la couleur jaune à l'orangé.

» L'eau de chaux en excès donne un précipité; mais, si l'on ajoute seulement $\frac{1}{20}$ d'eau de chaux à la solution du colloïde, la liqueur reste limpide ou présente à peine une faible opalescence; mais elle a acquis la propriété de *se coaguler en une gelée épaisse par l'action de la chaleur*; le chlorure de sodium en solu-

([1]) *Sur des colloïdes azotés, colloïde aspartique* (*Comptes rendus*, 1881, t. XCIII, p. 771).

tion saturée, le chlorhydrate d'ammoniaque même très étendu, le chlorure de calcium, le sulfate de magnésie à 1 pour 100, les sulfates d'ammoniaque, de chaux, de strontiane; les chlorures de potassium, de baryum, se comportent comme l'eau de chaux; ajoutés à la solution en quantité insuffisante pour la troubler à froid, ils lui communiquent la propriété de se coaguler à chaud. Cette coagulation commence vers 50°; le liquide, à ce moment, devient opalescent, puis laiteux, et le coagulum se forme entre 70° et 80°. La température de coagulation varie avec la proportion de sel ajouté.

» De faibles quantités de sels suffisent pour amener la coagulation; diverses causes l'empêchent ou la retardent; une des plus importantes est la dilution; ainsi, quelle que soit la quantité de chlorure de sodium en solution à 10 pour 100, la coagulation n'aura pas lieu, quoique la proportion de sel soit beaucoup plus grande qu'avec l'addition d'une solution saturée. Le sulfate de soude, l'azotate de potasse, l'acétate de soude retardent l'action des coagulants dont il faut une plus forte proportion. Par exemple, l'addition de $1^{cc}$ d'une solution de sulfate de soude à $1^{cc}$ de la solution du colloïde exerce une action telle qu'au lieu de 5 à 6 gouttes de sulfate de chaux il faut $4^{cc}$ à $5^{cc}$ pour que le liquide ait la propriété de se coaguler.

» On peut ajouter le sel coagulant en quantité insuffisante pour déterminer la coagulation même à l'ébullition; mais, si l'on fait passer dans le liquide un courant d'acide carbonique, après ou avant l'addition du sel, il devient coagulable par la chaleur. L'acide carbonique, qui seul est sans action, permet d'employer une plus faible quantité de sel.

» Ce fait est à rapprocher des expériences si intéressantes de MM. Mathieu et Urbain [1], qui ont fait jouer un rôle à l'acide carbonique dans le phénomène de la coagulation de l'albumine; seulement l'acide carbonique n'est pas le seul agent de cette coagulation : il est nécessaire de tenir compte de la présence des sels que renferment les albuminoïdes naturels.

» L'acide carbonique détermine à froid la précipitation du colloïde amidobenzoïque en présence du sulfate de soude, de l'azotate de potasse, du chlorure de sodium étendu, qui seuls sont sans action, même à l'ébullition.

» La solution de phosphate de chaux dans l'acide carbonique coagule à chaud le colloïde, comme le font le sulfate de chaux et les autres sels coagulants. L'alun, le sublimé corrosif, l'azotate mercureux, le tannin, don-

---

[1] *Bulletin de la Société chimique*, t. XXI, p. 181; t. XXII, p. 484; 1874.

nent à froid des précipités volumineux; avec le sulfate de cuivre, le coagulum est verdâtre et se dissout dans un excès de potasse, en prenant une couleur bleu violacé, mais qui n'a pas la teinte rose produite par les albuminoïdes ou par l'anhydride aspartique.

» Les coagulum formés par l'action des sels alcalins ou des acides sont solubles dans l'ammoniaque; ceux que produisent les sels de chaux, de baryte et de magnésie y sont insolubles.

» Enfin la présure liquide coagule la solution du colloïde amidobenzoïque dans les mêmes conditions que la caséine.

» Les expériences précédentes montrent que la solubilité des albuminoïdes est modifiée par la présence des sels et de l'acide carbonique qui les accompagnent dans les liquides de l'organisme; mais il faut remarquer de plus que le phénomène de la coagulation ne dépend pas seulement du rapport en poids de l'agent coagulant et de la substance coagulable, il est en outre fonction de la dilution : ainsi, dans les solutions d'albumine à 1 pour 100, la dilution annule l'action coagulante des sels, mais la propriété de se coaguler est rendue au liquide, soit par l'acide carbonique, soit par les sels qui modifient la solution du colloïde amidobenzoïque; la solution de caséine dans l'ammoniaque à 5 pour 100 présente les mêmes propriétés.

» Cet effet de la dilution est confirmé par la réaction dont j'ai parlé plus haut, à savoir que le colloïde amidobenzoïque, rendu si facilement coagulable par l'addition de quelques gouttes de sel marin en solution concentrée, n'est pas modifié par la solution à 10 pour 100. Dans toutes les recherches qui ont été faites sur les albuminoïdes naturels, acidalbumine, paraglobuline, syntonine, etc., on n'a pas assez tenu compte de la richesse des liquides en matière solide; c'est à cette cause qu'on doit attribuer les contradictions que présente l'histoire des albuminoïdes, puisque la dilution suffit pour changer les caractères d'un seul et même corps.

» Les conditions dans lesquelles on observe le phénomène de la coagulation étant les mêmes avec les albuminoïdes et le colloïde amidobenzoïque, on voit qu'il n'y a rien de mystérieux dans les propriétés des premiers, et qu'une fois sortis de l'organisme, ils obéissent aux lois physico-chimiques.

» Parmi les nombreuses recherches qui doivent suivre ces premières expériences, j'ai l'intention de chercher d'abord à déterminer, avec un corps peu complexe comme le colloïde amidobenzoïque, quels changements subissent les colloïdes azotés par leur passage de l'état soluble à l'état insoluble. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la lutidine du goudron de houille.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai fait connaître récemment (séance de la Société chimique du 28 décembre 1883) quelques propriétés remarquables de la lutidine provenant du goudron de houille et contenue dans la fraction 150°-160°; en même temps, j'ai annoncé que j'avais oxydé cette base au moyen d'une solution étendue de permanganate de potassium, et que j'étais occupé à isoler l'acide carbopyridique formé. J'ai employé, à cet effet, la méthode des sels de cuivre, qui m'a toujours fourni d'excellents résultats et sur laquelle je crois inutile de revenir ici.

» L'acide libre présentait l'aspect et possédait la composition, le point de fusion (308°), les solubilités dans l'eau et dans l'alcool étendu et absolu, en un mot, tous les caractères de l'acide isonicotinique (1). On sait que cet acide a été découvert par Weidel et Herzig parmi les produits d'oxydation des lutidines de l'huile de Dippel. Il prend également naissance dans la décomposition pyrogénée de l'un des acides tricarbopyridiques et de l'acide lutidique [Weidel et Herzig (2)]. Il y a donc dans le goudron de houille une lutidine identique avec l'une des lutidines de l'huile de Dippel et avec celle dont M. Ladenburg a fait récemment la synthèse, et qu'il considère comme une γ-éthylpyridine $C^5H^4Az_{(1)}(C^2H^5)_{(4)}$.

» Dans un Mémoire récent (3), MM. Goldschmidt et Constam annoncent qu'ils ont oxydé, au moyen du permanganate de potassium, la fraction 130°-140° des bases pyridiques du goudron de houille; outre l'acide picolique, ils ont obtenu une très petite quantité d'acide isonicotinique. Ils attribuent la formation de cet acide à la présence, dans la fraction 130°-140°, d'une γ-picoline ou d'une lutidine. Le résultat que je viens de faire connaître montre que cette dernière supposition était exacte (4). »

---

(1) Cet acide est un acide monocarbopyridique; il est isomérique avec les acides *picolique et nicotianique;* sa composition répond à la formule

$$C^5H^4Az\text{-}CO^2H.$$

(2) *Monatshefte für Chemie*, t. I, p. 1 à 47 et p. 184 (janvier 1880).

(3) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. XVI, p. 2979.

(4) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

ZOOLOGIE. — *Sur l'opercule des Gastéropodes.* Note de M. **Houssay**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En 1825, de Blainville écrivait, dans son *Manuel de Malacologie* :

« L'opercule est évidemment le produit de la peau qui recouvre le pied... Mais comment une surface plane, ovale ou circulaire, produit-elle une matière qui s'enroule en spirale d'une manière souvent fort régulière et en formant quelquefois un grand nombre de tours? C'est une question à laquelle il me paraît réellement assez difficile de répondre, surtout peut-être parce qu'elle n'a pas été suffisamment étudiée. »

» En 1829, Dugès essayait de combler la lacune; mais, considérant seulement des opercules détachés des animaux, il aboutit à cette conclusion fausse que l'opercule était une production du manteau. Les auteurs qui ont suivi ne se sont plus guère préoccupés que de rechercher à quelle partie des acéphales l'opercule était homologue; mais, leur argumentation manquant de base, ils sont arrivés aux résultats les plus contradictoires : les uns y voyant l'homologue de la deuxième valve des Lamellibranches, les autres, avec Lowen, le comparant au byssus.

» Le pied seul concourt à la formation de l'opercule; je me suis proposé de déterminer avec précision quelles parties de cet organe excrètent la matière et comment se fait l'accroissement de l'opercule. Contrairement à ce qui est généralement admis, j'ai reconnu que la surface du pied n'intervient pas tout entière dans la production, mais seulement une petite portion très nettement limitée.

» J'appellerai *bord columellaire* de l'opercule celui qui se trouve du côté de la columelle quand l'animal est rentré dans sa coquille, et *bord pariétal* la partie opposée. L'opercule présente une surface interne et une surface externe; il convient de les distinguer, car elles n'ont pas le même mode de formation.

» Occupons-nous d'abord de la partie externe. Elle présente à sa surface des stries de forme variable suivant les genres auxquels on s'adresse. En examinant avec attention une *Littorine*, un *Murex* ou une *Pourpre*, on aperçoit, tout auprès du bord columellaire de l'opercule, une petite fente transversale qui s'enfonce d'environ $1^{mm}$ dans l'épaisseur du muscle columellaire et qui occupe toute la longueur du pied. Les parois de cette fente pédieuse sont tapissées d'un épithélium particulier, plissé ou mieux gauffré, de façon à rappeler un peu un polypier de Méandrine. On voit s'y engager une lamelle

transparente très mince et très flexible. Avec une aiguille fine, on peut faire sortir cette lamelle. Après un séjour de quelque temps à l'air, elle se dessèche et prend une apparence cornée.

» En faisant des coupes, on reconnaît que les cellules épithéliales de la fente excrètent une matière anhiste, un peu jaunâtre, fortement réfringente, qui, par agglomération, constitue la lamelle hyaline. Celle-ci sort de la fente pédieuse et vient s'ajouter à l'opercule ancien.

» Les parties nouvellement formées s'appliquent sur l'épithélium situé entre la fente et les parties de l'opercule déjà fixées. Les cellules épithéliales sont, en ce point, unies très faiblement les unes avec les autres et seulement par leur partie basilaire, remarquable exception parmi les épithéliums. Il en résulte que la matière operculaire, encore plastique, empâte ces cellules et se répand même un peu entre les éléments des tissus sous-jacents (fibres musculaires et cellules conjonctives). C'est ainsi que, par appositions successives de parties nouvelles sorties de la fente pédieuse, se forment les stries, dont on n'aperçoit que les plus saillantes à l'œil nu ou à la loupe.

» Sur l'autre face de l'opercule, il faut distinguer deux régions, la surface d'insertion du muscle columellaire et la surface libre interne. Il est très aisé de voir que la face inférieure libre et la face externe de l'opercule n'ont pas la même constitution. La surface interne est revêtue d'une couche homogène, qui forme comme un vernis sans aucune strie sensible à l'œil. Cet enduit peut être même assez épais pour qu'on ne puisse voir au travers les stries de l'autre face (*Murex*). D'autres fois, il est suffisamment mince pour ne pas les dissimuler (*Littorina, Trochus*). Cette différence de constitution provient d'une différence d'origine. En avant de la surface d'insertion, le métapodium forme une expansion ou lèvre antérieure qui, pendant la vie de l'animal, est constamment appliquée sur la partie interne non fixée de l'opercule. Les cellules épithéliales de cette lèvre antérieure produisent le vernis.

» Il reste toujours à savoir pourquoi la matière operculaire s'enroule en spirale. Il faut, pour éclaircir ce point, étudier l'impression musculaire. A mesure que l'opercule s'accroît, la surface d'insertion de l'opercule se déplace avec un petit mouvement de rotation, puisque pendant le même temps la coquille s'accroît en spirale. Le muscle s'applique sur les parties nouvellement formées, en abandonnant les parties anciennes du côté du bord pariétal. Celles-ci, devenant sans point d'appui, sont immédiatement renforcées par l'enduit dont j'ai parlé plus haut. Ces étapes du muscle colu-

mellaire sont marquées par des stries indépendantes de celles de la face supérieure. On les aperçoit en préparant un opercule après avoir enlevé toute trace du muscle. On s'explique même, en étudiant ces lignes, pourquoi il y a des opercules dont la forme reste toujours semblable à elle-même, tandis qu'il en est d'autres dont la forme varie avec l'âge de l'animal. Ces derniers sont dits *à noyau de formation :* la partie postérieure sécrétante du pied conserve toujours la même forme dans le premier cas, tandis que dans le deuxième on la voit de presque circulaire devenir à peu près droite.

» On voit, en résumé, que l'opercule est une production d'une portion limitée de l'épithélium du pied, qui paraît bien différente du byssus des Acéphales, produit par une glande très développée occupant une bonne partie du volume du pied. Il est encore bien plus différent de la deuxième valve d'une coquille.

» Cette Note renferme les résultats généraux d'un Travail qui doit paraître avec plus de détails. Les recherches ont été faites au Laboratoire de l'École Normale, grâce à la bienveillance de M. de Lacaze-Duthiers, qui m'a fait envoyer de Roscoff les animaux dont j'avais besoin, et au Laboratoire de Banyuls-sur-Mer, où j'ai pu passer une partie de la saison d'hiver. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la proportion de phosphore incomplètement oxydé contenue dans l'urine, spécialement dans quelques états nerveux.* Note de MM. **R. Lépine**, **Eymonnet** et **Aubert**, présentée par M. Charcot.

« Bien que l'attention ait été attirée par quelques auteurs, notamment par M. Zuelzer, sur le phosphore qui se trouve dans l'urine à l'état d'oxydation incomplète, on n'a pas jusqu'ici déterminé suffisamment sa quantité par rapport à l'azote et à l'acide phosphorique, et les variations qu'elle peut présenter dans diverses conditions. Nous avons, il y a dix-huit mois (Lépine et Eymonnet, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, p. 622; 1882), indiqué la méthode de dosage que nous avons constamment employée [1], et dont la rigoureuse exactitude a été éprouvée par l'un de nous (Eymon-

---

[1] Elle consiste essentiellement dans la précipitation *complète* de l'acide phosphorique par la mixture magnésienne, dans la calcination (avec le nitrate de potasse) du résidu du liquide filtré, et dans la pesée, à l'état de phosphomolybdate d'ammoniaque, de l'acide phosphorique *produit* par la calcination, aux dépens du phosphore incomplètement oxydé.

NET, *Journal de Pharmacie et de Chimie,* 1882). Nous avons de plus fixé la proportion *normale* du phosphore incomplètement oxydé, chez l'homme et chez le chien; enfin nous avons montré qu'elle peut être fort augmentée chez les phtisiques affectés de foie gras, ce qui est sans doute en relation avec la forte proportion de lécithine (Dastre et Morat) que renferme ce dernier.

» Tout récemment, M. Zuelzer (*Untersuchungen ueber die Semiologie d. Harns,* p. 18 et 19; 1884) a publié quelques dosages dont le résultat le plus important est la grande augmentation du phosphore incomplètement oxydé dans l'urine des malades soumis à l'anesthésie chloroformique. Ce fait intéressant nous engage à faire connaître les principaux de nos nombreux dosages de ce phosphore dans plusieurs états nerveux.

» Rappelons que chez l'homme, à l'état normal, pour 100 parties d'azote (dégagé par l'hypobromite de soude), il y a dans l'urine des vingt-quatre heures moins de 20 parties d'acide phosphorique à l'état de phosphates (Zuelzer), et, en général, moins de 0,25 d'acide phosphorique *produit* [1] (Lépine et Eymonnet). On voit que le phosphore incomplètement oxydé ne représente pas beaucoup plus de 1 pour 100 du phosphore total. Cela posé, voici nos résultats :

» 1° Dans un cas d'*apoplexie* (causée par un gros foyer hémorrhagique dans la capsule externe et la portion externe du noyau lenticulaire), la perte de connaissance ayant duré deux heures environ, nous avons trouvé que l'urine excrétée pendant les six heures consécutives à l'attaque renfermait (par litre) :

| | gr | Pour 100 d'azote. |
|---|---|---|
| Azote dégagé par l'hypobromite de soude...... | 2,5 | » |
| Acide phosphorique à l'état de phosphates...... | 0,54 | 21,6 |
| Acide phosphorique produit................. | 0,0268 | 1,07 |

» Ainsi, l'acide phosphorique, à l'état de phosphates, étant, par rapport à 100 d'azote, augmenté d'une manière insignifiante (21,6), il y avait une quantité d'acide phosphorique *produit* (1,7) quatre fois plus forte qu'à l'état normal, et constituant 4,7 pour 100 du phosphore total.

» Quarante-huit heures plus tard, la proportion était normale.

---

(1) Dans notre Note à la *Société de Biologie,* nous avions exprimé en acide *phosphoglycérique* le phosphore incomplètement oxydé, d'où la différence du chiffre.

» 2° Dans un cas d'*épilepsie*, l'urine rendue *après* l'attaque renfermait (par litre) :

| | | Pour 100 d'azote. |
|---|---|---|
| Azote dégagé par l'hypobromite de soude........ | 4,6 gr | » |
| Acide phosphorique des phosphates............. | 1,44 | 31 |
| Acide phosphorique produit.................... | 0,033 | 0,71 |

» Ainsi, par rapport à l'azote, augmentation fort sensible de l'acide phosphorique ([1]) et du phosphore incomplètement oxydé, ce dernier atteignant le triple de l'état normal et représentant 2,2 pour 100 du phosphore total.

» 3° Chez une jeune *hystéro-épileptique*, l'urine des six heures consécutives à une attaque renfermait (par litre) :

| | | Pour 100 d'azote. |
|---|---|---|
| Azote (dégagé par l'hypobromite de soude)....... | 1,0 gr | » |
| Acide phosphorique à l'état de phosphates........ | 0,275 | 27,5 |
| » (produit)................... | 0,005 | 0,5 |

» Ainsi, par rapport à l'azote, légère augmentation de l'acide phosphorique (elle a manqué à la suite d'une autre attaque), le phosphore incomplètement oxydé atteignant le double de l'état normal et représentant 1,8 pour 100 du phosphore total.

» 4° Dans un cas de *delirium tremens*, l'urine renfermait (par litre) :

| | | Pour 100 d'azote. |
|---|---|---|
| Azote (dégagé par l'hypobromite de soude)....... | 9,78 gr | » |
| Acide phosphorique à l'état de phosphates........ | 3,38 | 34,5 |
| » (produit)................... | 0,046 | 0,47 |

» Ainsi, par rapport à l'azote, notable augmentation de l'acide phosphorique et du phosphore incomplètement oxydé, ce dernier restant avec le phosphore total dans un rapport sensiblement normal : 1,3 pour 100.

» 5° Chez un chien, après l'injection sous-cutanée de plusieurs centi-

---

([1]) L'augmentation parfois considérable de l'acide phosphorique, surtout de la portion d'acide phosphorique combinée aux *terres*, dans l'urine excrétée pendant les *premières* heures consécutives à l'attaque épileptique, a déjà été indiquée par l'un de nous, en collaboration avec M. Jacquin (*Revue mensuelle*, p. 720; 1879).

grammes de chlorhydrate de morphine, grande augmentation de l'acide phosphorique et du phosphore incomplètement oxydé.

» Chez un chien de chasse, augmentation de ce dernier après l'ingestion stomacale de plusieurs grammes de bromure de potassium.

» Dans plusieurs états nerveux organiques, notamment dans quelques méningites, nous avons au contraire observé une diminution, par rapport à l'azote, du phosphore incomplètement oxydé, coïncidant ou non avec une augmentation relative de l'acide phosphorique.

» Outre la dégénérescence graisseuse du foie chez les phtisiques et les états nerveux précédemment signalés, il est bien d'autres conditions dans lesquelles augmente, par rapport à l'azote, le phosphore incomplètement oxydé de l'urine. Aujourd'hui nous nous bornons à mentionner l'*anémie grave*, dans laquelle la proportion de ce phosphore peut quadrupler, qu'il y ait ou non augmentation de l'acide phosphorique, et *certains cas d'ictère*, de fièvre typhoïde, de pneumonie aiguë. Dans quelques cas de scarlatine et rougeole bénignes, nous ne l'avons pas trouvée accrue. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'intensité des phénomènes chimiques de la respiration dans les atmosphères suroxygénées*. Note de M. **L. de Saint-Martin**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Lavoisier et Seguin ([1]) n'avaient constaté aucun changement dans les produits de la respiration, quand, au lieu d'air ordinaire, ils employaient comme milieu respirable, soit de l'air suroxygéné, soit de l'oxygène pur.

» Ces faits ont été confirmés depuis par Regnault et Reiset dans leur beau Mémoire ([2]). Ces deux savants s'expriment comme suit :

La respiration des animaux des diverses classes, dans une atmosphère renfermant deux ou trois fois plus d'oxygène que l'air normal, ne présente aucune différence avec celle qui s'exécute dans notre atmosphère terrestre. »

» M. Paul Bert est arrivé à des résultats différents ([3]). D'après ce physiologiste, « l'activité des combustions organiques » dans les atmosphères suroxygénées « va en augmentant d'abord pour diminuer ensuite, après » avoir passé par un certain maximum qui est probablement placé au-» dessus » de 42 pour 100 d'oxygène.

---

([1]) Mémoire de 1789, rec. cité, p. 573.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVI, Exp.

([3]) La pression barométrique, p. 829 et suiv.

» Ces conclusions découlent de quatre expériences faites sur un rat. Dans le même laps de temps (vingt-quatre heures), nous apprend M. P. Bert, cet animal produisit 7^lit d'acide carbonique dans l'air ordinaire, et 10^lit,3 dans une atmosphère artificielle renfermant 48,7 pour 100 d'oxygène.

» Les animaux à sang froid auraient donné un semblable résultat au même expérimentateur [1].

» 2. En présence de cette contradiction, j'ai pensé qu'il serait utile de reprendre l'étude d'une question dont la solution intéresse également la Physiologie et la Thérapeutique.

» Mes expériences, au nombre de seize, ont porté, onze sur un cobaye et cinq sur un rat. Les animaux à l'étude étaient soumis à un régime régulier. Ces recherches ont été effectuées à l'aide d'un appareil analogue à celui de Regnault et Reiset, mais de plus petites dimensions. L'acide carbonique était dosé à part par des pesées directes.

» Les modifications principales apportées dans l'agencement des diverses parties sont les suivantes :

» *a*. J'ai interposé entre la cloche et les pipettes un système de laveurs à potasse, dans lesquels l'air en mouvement barbotait deux fois, à l'aller et au retour. Cette addition permet d'obtenir une absorption beaucoup plus complète de l'acide carbonique, et de fait la proportion de ce gaz dans mon appareil ne s'est élevée en moyenne qu'à 0,5 pour 100 en volume.

» *b*. J'employais un moteur basé sur le principe de la fontaine intermittente pour mettre en mouvement les deux pipettes. Cette disposition, dont je me sers depuis trois ans, suffit pour assurer une ventilation suffisante dans la cloche avec une dépense minime d'eau.

» 3. Voici maintenant, sous forme de tableaux, le résumé des résultats que j'ai obtenus, réduits à 0° et 0^m,760 :

A. — *Cobaye femelle adulte.*

| Numéro de l'expérience. | Poids de l'animal. | Richesse en O de l'air. | Température sous la cloche. | $CO^2$ exhalé à l'heure. | O absorbé à l'heure. | $\frac{CO^2}{O}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | gr | pour 100 | c | cc | cc | |
| 1........ | 570 | 20,95 | 17 | 511 | 544 | 0,92 |
| 2........ | 620 | » | 17 | 501 | 577 | 0,87 |
| 3........ | 630 | » | 19,8 | 558 | 608 | 0,92 |
| 4........ | 665 | » | 20,4 | 475 | 547 | 0,85 |
| 7........ | 670 | » | 18,5 | 530 | 576 | 0,91 |
| | | Moyennes...... | 18,5 | 515 | 570,4 | 0,89 |

[1] P. Bert, *loc. cit.*, p. 832.

| Numéro de l'expérience. | Poids de l'animal. | Richesse en O de l'air. | Température sous la cloche. | $CO^2$ exhalé à l'heure. | O absorbé à l'heure. | $\frac{CO^2}{O}$. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | gr | pour 100 | o | cc | cc | |
| 5........ | 660 | 66 | 17,2 | 529 | 607 | 0,87 |
| 6........ | 665 | 58 | 18,6 | 500 | 573 | 0,89 |
| 8........ | 680 | 50 | 18,4 | 504 | 571 | 0,88 |
| | | Moyennes...... | 18,1 | 513 | 583 | 0,87 |
| 10........ | 655 | 20,95 | 14,5 | 567 | 630,5 | 0,90 |
| 11........ | 665 | » | 11,7 | 629 | 689,0 | 0,91 |
| | | Moyennes...... | 13,1 | 598 | 660 | 0,91 |
| 9........ | 655 | 40 | 13,2 | 613 | 670 | 0,91 |

» Ces onze premières expériences sur le cobaye ont duré chacune six heures. On voit nettement qu'en moyenne les différences existant entre les expériences faites dans l'air ordinaire et celles effectuées dans l'air suroxygéné sont très faibles, d'ordre purement physiologique, et qu'elles n'atteignent même pas la valeur des différences observées entre deux expériences faites à la même température dans l'air ordinaire.

B. — *Rat mâle adulte.*

| Numéro de l'expérience. | Poids de l'animal. | Richesse en O de l'air. | Température sous la cloche. | $CO^2$ produit à l'heure. | O consommé à l'heure. | $\frac{CO^2}{O}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | gr | pour 100 | o | cc | cc | |
| 14........ | 275 | 55 | 12,3 | 506 | 536,5 | 0,94 |
| 15........ | 278 | 20,95 | 12,4 | 525 | 514 | 1,02 |
| 13........ | 275 | 75 | 9 | 535 | 586 | 0,91 |
| 16........ | 281 | 20,95 | 9,1 | 551 | 569 | 0,97 |

» Ces expériences ont duré chacune vingt-quatre heures, sauf l'expérience n° 13, qui, faute d'oxygène, n'a pu être prolongée au delà de seize heures. L'expérience n° 12 doit être mise à part; l'animal, blessé pendant qu'on l'introduisait dans l'appareil, s'est tapi, a dormi constamment et n'a pas mangé sa ration de pain.

» Mais, si l'on compare les expériences 14 et 15, faites à la même température, ainsi que les expériences 13 et 16, qui, pour la même raison, doivent être rapprochées l'une de l'autre, on est conduit à la conclusion suivante, qui confirme les résultats de Lavoisier et Séguin et ceux de Regnault et Reiset.

» *Les phénomènes chimiques de la respiration ne subissent aucun changement appréciable par le fait de la suroxygénation de l'atmosphère dans laquelle ils s'accomplissent.* »

MÉDECINE. — *Recherches sur les déviations menstruelles*. Note de M. **J. Rouvier.**

« 1° Le seul travail un peu complet au point de vue statistique sur les déviations menstruelles est celui du Dr Puech, présenté à l'Académie des Sciences le 13 avril 1863.

» 2° Les déviations menstruelles sont des hémorragies périodiques, pouvant avoir pour siège toute région du corps humain, sauf l'utérus.

» 3° Elles peuvent s'accompagner ou non du flux cataménial.

» 4° Elles coïncident généralement avec l'ovulation.

» 5° Elles se rattachent à l'une des causes suivantes, exerçant une influence plus ou moins prépondérante sur leur lieu d'élection :

» *a*. Atrésie des voies génitales;

» *b*. Travail et fatigue physiques ou physiologiques d'un organe (sein dans l'allaitement, doigts dans certaines professions, etc.);

» *c*. Faiblesse laissée dans un organe par une lésion traumatique ou morbide, guérie depuis peu;

» *d*. Troubles nerveux;

» *e*. Lésion traumatique ou morbide actuelle d'un organe, se traduisant au dehors par des symptômes apparents;

» *f*. Influence d'une diathèse (cancer, tubercules, etc.) encore à l'état latent.

» 6° Dès 1879, nous avons indiqué, dans un Mémoire publié [1], les influences qui produisent les déviations menstruelles.

» 7° Sur 308 observations de déviations menstruelles réunies par nous, nous avons trouvé qu'elles siégeaient 277 fois dans une région unique ou sur des parties similaires à droite et à gauche du corps, et 31 fois dans des régions multiples. Dans 38 cas, la déviation se faisait par des plaies, ulcères ou tumeurs.

» 8° L'exhalation sanguine s'est produite par :

| | Nombre de fois. |
|---|---|
| La muqueuse pulmonaire | 51 |
| La muqueuse stomacale | 50 |
| Les membres inférieurs | 38 |
| La muqueuse nasale | 36 |
| Les yeux | 29 |
| Les membres supérieurs, mains, doigts | 27 |

[1] Savy, libraire-éditeur.

| | Nombre de fois. |
|---|---|
| Les mamelles | 26 |
| L'anus et l'intestin | 23 |
| Le conduit auditif | 21 |
| La bouche, la langue, les lèvres | 17 |
| La face | 13 |
| Le tronc, dos, abdomen | 13 |
| Les gencives et alvéoles dentaires | 13 |
| La muqueuse des voies urinaires | 10 |
| Le cuir chevelu | 9 |
| Le nombril | 9 |
| Tout le corps | 4 |
| Le pli de l'aine | 2 |
| Le creux de l'aisselle | 1 |

» 9° La grossesse et la lactation exercent la même influence sur les déviations menstruelles que sur les règles normales.

» 10° Limitées ordinairement à une ou plusieurs époques, les déviations menstruelles peuvent subsister depuis la puberté jusqu'à l'âge critique.

» 11° On peut les rapprocher de certains phénomènes supplémentaires et périodiques : ictère, érysipèle, affections cutanées, sécrétions, etc., eux aussi intimement liés à la menstruation.

» 12° Les déviations menstruelles et les phénomènes supplémentaires des règles sont d'origine pathologique et méritent, par leur fréquence relative, 2,325 pour 100, l'attention des praticiens. Dans quelques cas, ils permettront ou faciliteront le diagnostic d'affections diathésiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les oscillations barométriques produites par l'éruption du Krakatoa.* Deuxième Note de M. E. **Renou**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Depuis ma Note du 21 janvier [1], M. Mascart a bien voulu mettre à ma disposition les courbes des inscripteurs barométriques obtenues en France dans différentes stations : à Perpignan par M. le Dr Fines, à Lyon par M. André, à Clermont par M. Alluard, à Nantes par M. Larocque, à Saint-Martin-de-Hinx par M. Carlier, à Douai par M. Desmarets.

» Les courbes de toutes ces stations indiquent que le phénomène s'est manifesté presque au même instant avec les mêmes caractères dans toute

---

[1] *Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 160.

la France. La distance la plus éloignée de Paris, celle de Perpignan, a peu d'influence sur l'instant du phénomène, parce que l'onde atmosphérique arrivait presque de l'est, perpendiculairement au méridien commun des deux villes.

» Je m'étais borné à signaler seulement, dans ma première Note, les deux ondes secondaires qui se sont manifestées après un tour entier de la Terre; la première a mis trente-six heures vingt-cinq minutes à faire le tour du monde; la deuxième, trente-quatre heures cinquante minutes : les vitesses ont donc été de $305^{m}$ et de $319^{m}$ par seconde, très rapprochées de la vitesse moyenne du son dans l'air.

» Les observations du puy de Dôme sont, sous ce rapport, particulièrement intéressantes. La première ondulation a eu lieu en même temps dans la plaine et au sommet de la montagne; la distance étant de $8^{km}$ est-ouest, le son ne mettrait pas une demi-minute à se propager d'une station à l'autre. Quant à la deuxième onde, qui a eu lieu dans la direction opposée, le retard pour la station de la plaine paraît très sensible; la propagation se ferait donc plus rapidement dans les grandes hauteurs que dans les plaines.

» Les autres ondes qui ont effectué en plus un tour entier du globe donnent lieu à des remarques analogues.

» La courbe barométrique obtenue au cap Horn, par M. Lephay, porte la trace des mêmes perturbations; elle est malheureusement à une trop petite échelle pour qu'on y puisse suivre sûrement le détail des ondulations dues à l'explosion du Krakatoa; la saison était pour nous très favorable à ce genre de constatation, à cause du calme de l'atmosphère; au cap Horn, au contraire, on était au moment des plus grandes perturbations atmosphériques, qui rendaient le phénomène plus difficile à observer. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les oscillations barométriques du 27 août, observées à Montsouris.* Lettre de M. **Marié-Davy** à M. Faye.

« J'ai l'honneur de vous adresser ci-joint deux feuilles du baromètre enregistreur de Montsouris (baromètre-balance), et deux feuilles correspondantes de l'enregistreur Rédier.

» Le fait que vous signalez s'est réellement produit à Paris comme ailleurs, mais il ne me paraît pas s'être renouvelé aussi longtemps qu'on l'a affirmé. Voici du reste ce que je lis sur nos courbes.

» Je ferai remarquer d'abord que notre enregistreur-balance marche avec une vitesse de $0^{m},003$ à l'heure. L'épaisseur du trait étant de $0^{mm},01$ en-

viron, il en résulte que toute oscillation, durant moins de deux minutes, donnera lieu à deux traits qui se superposeront. En réalité, toute impulsion donnée à l'instrument se traduit par une ligne qui peut avoir toute la hauteur du cylindre et se reproduire à plusieurs reprises sans que le trait cesse de paraître rigoureusement simple.

» Il en est ainsi même pour les à-coups du vent pendant les tempêtes, et leur répétition continue n'a d'autre résultat que de dilater la courbe, comme vous pouvez le voir dans la tempête du 2 septembre 1883.

» Au contraire, quand la courbe barométrique présente des dentelures à traits purs et distincts, il faut les attribuer à des ondes dont la période dure plus de deux à trois minutes et sont absolument indépendantes de l'instrument.

» La première crise du détroit de la Sonde a eu lieu dans la nuit du 26 au 27 août, entre minuit et $2^h$. La seconde, correspondant au grand effondrement, se serait produite le 27 à $3^h$, c'est-à-dire, en temps moyen de Paris, le 26 à $20^h$ ($8^h$ du soir).

» A partir de la seizième heure du 26 ($4^h$ du soir), la courbe barométrique présente des dentelures très faibles, mais très distinctes, qui n'ont pas d'explication dans l'état du temps à Paris, mais qui sont assez communes quand l'atmosphère est troublée à une assez faible distance.

» Le 27, à $10^h 40^m$ du matin, le même phénomène se reproduit, mais d'une manière plus marquée; puis, à partir de $13^h$, même jour, il acquiert une assez grande intensité. En trois oscillations, durant environ quinze minutes, le baromètre baisse de $3^{mm},2$ et une autre oscillation double le ramène au niveau de la courbe descendante.

» Ces oscillations manquent complètement dans leurs détails sur la courbe de l'enregistreur Rédier qui, par sa nature même, ne peut enregistrer que des variations à plus longue période; mais, et je ne saurais trop insister sur ce point, ces mêmes oscillations ne peuvent, en aucune façon, être attribuées à l'instrument. Elles ont eu une existence réelle dans l'air. La pureté de la courbe ne peut laisser aucun doute sur ce point.

» Le 27, à $23^h$ ($11^h$ du soir), la courbe barométrique présente encore des dentelures très fines, mais très distinctes. Le phénomène s'accentue jusqu'au 28 août vers $3^h$ du matin, $2^h 50^m$ environ. En deux oscillations le baromètre monte un peu, puis il se met à baisser. Sept oscillations, d'une durée totale de trente-cinq minutes, conduisent à une dépression de $3^{mm},3$ de mercure; puis la pression remonte de $4^{mm},2$ dans un intervalle de quinze minutes, comprenant l'inertie de l'appareil. Pendant cette ascension

rapide, un faible retour de l'aiguille vers la baisse montre que les oscillations à courte période se superposent encore à ce grand mouvement. Huit oscillations suivent encore jusqu'à $5^h 50^m$.

» Trente-sept heures après la première grande oscillation, trente-cinq heures après la seconde, nous en retrouvons deux autres beaucoup plus faibles, ayant le même caractère d'oscillations successives moins nombreuses et qui, déjà, pourraient être confondues avec les mouvements que l'on constate fréquemment dans l'atmosphère. Au delà de ces deux séries d'impulsions, ayant fait chacune le tour de la Terre en sens inverse, il nous est impossible de rien distinguer qui puisse être rattaché à la catastrophe du détroit de la Sonde. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les causes : 1° de la production de l'électricité atmosphérique en général; 2° dans les orages; 3° dans les éclairs de chaleur.* Note de M. G. **Le Goarant de Tromelin**, présentée par M. Faye.

« 1. En recherchant dans la nature les forces capables de produire de l'électricité, j'ai été conduit à *admettre en première ligne le frottement de l'air humide ou sec contre la surface des terres ou des mers.*

» Tout le monde connaît la machine hydro-électrique d'Armstrong. On sait que, lorsque la vapeur d'eau sort de la chaudière, cette dernière reste chargée négativement, tandis que la vapeur l'est positivement. Cette machine comporte une boîte remplie d'eau pour refroidir les tubes d'échappement. La vapeur, avant d'atteindre les ajutages de sortie, éprouve ainsi un commencement de condensation et sort mélangée de vésicules d'eau. C'est *une condition nécessaire.*

» D'après les expériences de Faraday, le passage de la vapeur sèche ou d'un courant d'air sec ne dégage pas d'électricité, tandis qu'*un courant d'air humide donne le même résultat que la machine d'Armstrong*, mais à un degré moindre.

» Il est vrai que M. Spring a trouvé, au contraire, que le frottement de l'air sec contre une boule de cuivre donnait un peu d'électricité, mais en quantité *incomparablement moindre* que dans l'expérience de Faraday. D'autre part, de nombreuses expériences ont prouvé que l'*évaporation seule de l'eau, même acidulée, ne produisait pas d'électricité.*

Mais, dans l'évaporation produite par le vent, il y a en plus *frottement. C'est dans ce dernier travail mécanique que réside la source cherchée.*

» Le vent, en rasant la surface des mers, entraîne des particules

aqueuses de la crête des lames, qui jouent ici le rôle du peigne de la machine d'Armstrong.

» Les aspérités du sol jouent encore le même rôle, lorsqu'un vent humide vient à le frotter.

» Ces molécules d'eau restent électrisées et montent dans l'atmosphère former les nuages, et, comme l'électricité se porte à la surface des corps, elle tendra à se répandre sur les surfaces atmosphériques les plus élevées, et je pense, comme M. Faye, que les cirrhus doivent retenir une grande partie de cette électricité.

» N'y a-t-il pas une grande analogie entre les expériences de cabinet rapportées plus haut et l'opération immense des forces naturelles ?

» 2. Cela posé, on peut donc concevoir qu'un nuage soit électrisé s'il s'est formé dans les conditions précitées. (Il n'en serait pas de même d'un nuage qui se serait formé par de simples vapeurs s'élevant le matin dans l'atmosphère.)

» Mais, pour que les éclairs se produisent, il faut qu'il y ait décharge entre le nuage et un autre point (terre ou nuage), tel que la différence de potentiel entre le point et le nuage, existant au moment considéré, soit suffisante pour produire l'éclair en question.

» Or la distance à laquelle éclate l'étincelle dépend de *la pression électrique* et de la résistance mécanique que le milieu oppose à la décharge. Cette pression varie avec le carré du potentiel du nuage, sa forme, sa surface, la charge du nuage et sa distance au point spécifié.

» Or *l'énergie potentielle d'un nuage dépend de sa forme, de sa surface et de sa température. Lorsque ce nuage primitivement électrisé éprouve une transformation quelconque, condensation, congélation des vésicules aqueuses, etc., il absorbe une certaine quantité d'énergie qui doit se retrouver sous forme d'une augmentation d'énergie potentielle.*

» Cette conséquence résulte du principe de la conservation de l'énergie et du principe de Carnot, dont M. Lippmann a su tirer un parti si remarquable.

» Si donc on suppose que la charge d'électricité du nuage reste constante pendant un certain temps, une condensation, un abaissement de température augmentera le potentiel de sa masse.

» Lorsqu'un orage éclate, il est rare qu'il se produise sans manifestations électriques. *L'abondante condensation que l'on remarque devient la cause de l'augmentation du potentiel de la masse orageuse et, lorsque ce potentiel est suffisant, il y a décharge sous forme d'éclairs.*

» D'ailleurs, le renouvellement continuel de la charge doit indiquer que la cause doit résider sans le phénomène orageux lui-même.

» 3. L'air étant diélectrique, la vapeur devient le réservoir naturel de l'électricité. Supposons un amas de vapeur d'eau *électrisée* en suspension dans l'atmosphère; le soir, lorsque le Soleil aura disparu, il s'opérera un refroidissement dans la masse nuageuse. Pour les raisons énoncées plus haut, son potentiel augmentera.

» *Or, si le potentiel arrive à un certain chiffre, les vésicules considérées isolément ne pourront conserver leur charge, c'est-à-dire qu'elle s'échappera dans l'atmosphère sous forme de décharges silencieuses.*

» Ainsi on calcule qu'à la pression ordinaire une petite sphère de $\frac{6}{10}$ de millimètre ne peut conserver de l'électricité au potentiel que l'on obtient avec nos bonnes machines de cabinet.

» *En raison même de la petitesse du rayon des vésicules, on comprend qu'un nuage ne puisse conserver une charge à un potentiel dépassant un certain chiffre.*

» Telle serait la façon dont se produit le phénomène connu sous le nom *d'éclairs de chaleur*.

» Comme, pour différents observateurs, ces lueurs se montrent à l'horizon, il est logique de penser qu'elles se produisent également au zénith, et qu'*elles ne sont pas le reflet d'éclairs des orages lointains*. C'est un phénomène analogue qui se passe lorsqu'un navigateur en marche voit toujours à l'horizon une bande de brume, tandis qu'il a un ciel clair au-dessus de sa tête. Ce n'est qu'une différence d'épaisseur de couches traversées par les rayons visuels. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une illumination aurorale et crépusculaire du ciel observée dans l'océan Indien.* Note de M. **Pélagaud**, présentée par M. Faye.

« Le 8 septembre 1883, me trouvant à Saint-Paul, sur la côte nord-ouest de l'île de la Réunion, j'aperçus, quelques instants après le coucher du Soleil et le commencement du crépuscule si court des régions tropicales, une lueur d'un rouge sombre et sanglant qui éclairait le ciel à l'horizon ouest-nord-ouest. A quelque distance du rivage et à travers les branches des arbres, on aurait dit l'incendie en mer d'un navire de pétrole. Mais, parvenu sur la plage, je reconnus bien vite qu'il s'agissait d'une lumière crépusculaire, formant au-dessus de l'horizon un arc de cercle à bords fondus d'environ 15°.

» La lumière zodiacale est très marquée dans l'île à cette époque de l'année et occupe à peu près la même place dans le ciel. Mais il s'agissait là d'un tout autre phénomène, qui la masquait complètement et qu'il était impossible de confondre avec elle.

» Le lendemain et les jours suivants, cet éclat orangé du crépuscule s'accentua et s'étendit peu à peu dans le ciel. Une heure après le coucher du Soleil, environ, l'illumination s'éteignait lentement et tout rentrait dans l'obscurité profonde des nuits tropicales.

» Quelques jours plus tard, me trouvant à Saint-Benoît, à l'est de l'île, je pus m'assurer que le même phénomène se produisait à l'orient, une heure environ avant le lever du Soleil.

» Sur la fin de septembre, cette illumination quotidienne avait pris des proportions considérables. Durant les mois d'octobre et de novembre, c'était un spectacle féerique. Le Soleil se couchait comme à l'ordinaire; le jour baissait rapidement, puis tout à coup de grands arcs multicolores venaient empourprer l'horizon jusqu'au zénith. Une nuance verdâtre prenait d'abord naissance à l'endroit où le Soleil avait disparu; puis une zone jaune, une orangée, une rouge foncé enfin se fondait avec l'azur profond du ciel. Cela durait une demi-heure, trois quarts d'heure, puis tout pâlissait et s'éteignait peu à peu. A la fin du phénomène, on voyait les étoiles paraître sous la lumière comme à travers une gaze épaisse et lumineuse. Parfois les arcs resplendissants étaient traversés de grands secteurs sombres qui se comportaient comme si quelque obstacle eût intercepté à leur point de départ sous l'horizon les rayons lumineux, source de cette gloire immense et radieuse.

» Le matin, le même phénomène se produisait au lever de l'aurore dans le ciel oriental, mais avec une intensité moindre.

» Peu à peu le phénomène se déplaçait vers l'ouest, le sud-ouest et le sud-sud-ouest, semblant suivre le Soleil dans sa marche vers le pôle sud. A partir du milieu de décembre, cette illumination diminua rapidement d'intensité et, à l'heure où j'écris (31 décembre), elle s'est considérablement éteinte. Tout porte à croire qu'elle ne tardera pas à disparaître complètement.

» L'année 1883 a été marquée dans l'océan Indien par des phénomènes météorologiques particuliers. A la Réunion, nous avons eu d'abord une sécheresse prolongée, et, pendant la première moitié de l'année, une atmosphère si pure, que les personnes même d'une vue médiocre pouvaient

suivre facilement à l'œil nu la planète Vénus dans le ciel durant toute la journée.

» Le volcan de l'île a donné en novembre quelques traces d'activité.

» Enfin, la lame de fond produite par l'éruption volcanique du détroit de la Sonde s'est fait sentir sur nos côtes avec une force très remarquable le 27 août. On aurait dit un violent mascaret, et les navires qui nous arrivent de l'Inde traversent encore de vastes étendues de *lapilli* qui flottent à la surface de l'Océan.

» Il aurait été très curieux de savoir si cette illumination crépusculaire se produisait dans les régions hautes ou basses de l'atmosphère et un observateur placé au sommet du Piton des Neiges, à plus de $3000^{m}$ d'altitude, aurait pu s'en assurer. Malheureusement nos montagnes sont absolument désertes et très difficilement accessibles. Un observatoire construit sur leur point culminant rendrait certainement les plus grands services à la Science.

» Nous n'avons dans l'île ni spectroscope ni même aucune boussole de précision. Je n'ai donc pu faire aucune étude sur le phénomène en question et j'ai dû me contenter d'en décrire les apparences perceptibles à l'œil nu.

» Mais, en faisant relever avec soin les journaux de bord des navires qui nous arrivent de tous les points de l'océan Indien, j'ai pu constater ce fait curieux que cette illumination ou cette gloire aurorale et crépusculaire n'était visible que sur une zone allongée en forme de fuseau du sud-ouest au nord-ouest et dont la Réunion occupe presque le centre.

» Cette zone est comprise à peu près entre 15° de latitude australe et 90° de longitude orientale d'une part, et 30° de latitude australe et 35° de longitude orientale d'autre part, soit 15° de latitude en largeur sur 55° de longitude. L'axe de cette zone est dirigé est-nord-est, ouest-sud-ouest, et passe à environ 5° au sud de la Réunion.

» En effet, les navires qui viennent du nord-est commencent à remarquer ces levers et couchers de Soleil extraordinaires entre 14° et 16° de latitude sud; les couleurs du ciel deviennent de plus en plus vives à mesure que ces navires se rapprochent de la Réunion en courant au sud-ouest ou à l'est-sud-ouest.

» Les navires qui viennent du sud-ouest (du Cap) remarquent le même phénomène dès qu'ils atteignent le 30<sup>e</sup> degré de latitude sud, entre les 35<sup>e</sup> et 40<sup>e</sup> degrés de longitude orientale.

» Au contraire, les navires venant franchement du nord ou de l'ouest

(des Seychelles ou de Madagascar) ne commencent à apercevoir ces gloires crépusculaires que lorsqu'ils approchent des atterrissages de la Réunion.

» Je n'ai pu me procurer de renseignements sur ce qui se passe à l'est et au sud-est de l'île. Il n'y a que les paquebots de la ligne d'Australie qui fréquentent ces parages et il nous est impossible de communiquer avec eux, l'administration de la colonie les mettant depuis près d'un an en rigoureuse quarantaine. Mais il sera facile, en France, de se renseigner sur ce point.

» En traçant sur une planisphère la zone lumineuse, telle qu'elle résulte des nombreuses observations de navires que j'ai pu recueillir, on constate que son axe part du détroit de la Sonde pour aboutir au sud de Madagascar, et coïncide avec la ligne de translation des cyclones. Enfin le phénomène a suivi à brève distance le mascaret produit par l'éruption de Java. »

M. A. **Boillot** transmet à l'Académie quelques documents relatifs aux lueurs crépusculaires. (Extrait.)

« L'apparence de la lumière crépusculaire s'est manifestée avec vivacité à Paris le 24 janvier. A $5^h 20^m$, l'horizon ouest, d'une couleur rouge sang, était surmonté par des couches où l'on distinguait une nuance jaune orangé, puis, plus haut, en se rapprochant du zénith, une teinte violacée. Ces effets variés de coloration, donnant les principales couleurs du prisme, le rouge vif, l'orangé jaunâtre et le violet, m'ont conduit à penser que cette lumière inaccoutumée est due à une réfraction des rayons solaires à travers des vésicules aqueuses ou glacées nageant dans les régions supérieures des nuages. »

M. **Chapel** adresse une nouvelle Note sur les secousses de tremblements de terre. (Extrait.)

« Lorsque de fortes secousses se succèdent dans l'espace de quelques heures, la tension électrique de l'air augmente sensiblement à l'instant où le sol est le plus agité. »

M. D. **Silow** soumet au jugement de l'Académie une Communication relative à l'aérostation.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. E. Fontaneau demande et obtient l'autorisation de retirer deux Mémoires qu'il a présentés sur la détermination des forces élastiques et sur la déformation et les mouvements intérieurs des corps élastiques.

La Communication de M. Ch. Moussette insérée dans le *Compte rendu* de la dernière séance, et la photographie des lueurs crépusculaires qui l'accompagnait, avaient été présentées à l'Académie par M. *Edm. Becquerel.*

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

### Ouvrages reçus dans la séance du 21 janvier 1884.

*L'homme et l'intelligence. Fragments de Physiologie et de Psychologie; par* Ch. Richet. Paris, F. Alcan, 1884; in-8°.

*Journal du Ciel. Notions populaires d'Astronomie pratique; par* J. Vinot; 19e année. Paris, cour de Rohan, 1884; in-8°.

*L'espion aérien; par* W. de Fonvielle. Paris, Ch. Bayle, 1884; in-8°.

*Société des Sciences médicales de Gannat. Compte rendu des travaux de l'année* 1882-1883. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1883; in-8°.

*Guide du planteur d'*Eucalyptus; *par* A. Certeux. Alger, A. Jourdan; Paris, Challamel, 1877; in-8°.

*Le néflier du Japon; par* A. Certeux. Alger, V. Aillaud, 1878; br. in-8°.

*Histoire des Sciences mathématiques et physiques; par* M. Max. Marie; t. II: *De Diophante à Viète;* t. III: *De Viète à Descartes.* Paris, Gauthier-Villars, 1883-1884; 2 vol. in-8°.

*Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du* Dr Renard; année 1883, n° 2. Moscou, A. Lang, 1883; in-8°.

*Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen;* 2e série, 1883, 1er semestre. Rouen, L. Deshays, 1883; in-8°.

*Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles* 1884. Bruxelles, F. Hayez, 1883; in-18.

*Du rôle du cœur dans le choléra; par* E. BERNARD (de Parthenay). Toulouse, imp. L. Hébrail, 1884; br. in-8°.

*Réflexions sur des points de Météorologie; par* M. le contre-amiral A. MOTTEZ. Paris, Berger-Levrault, 1884; br. in-8°.

*De l'utilisation comme énergie électrique de la force hydraulique perdue au barrage de Gileppe; par* M. D. TOMMASI. Paris, typogr. Collombon et Brulé, sans date; br. in-8°.

*Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia*, 1882; Part. I, II, III. Philadelphia, 1882; in-8°.

*Proceedings of the american association for the advancement of science, thirty-first meeting held at Montreal, Canada, august* 1882. Salem, 1883; in-8°. (Deux exemplaires.)

*Proceedings of the Boston Society of natural History;* vol. XXI, Part IV; vol. XXII, Part I. Boston, 1883; 2 vol. in-8°.

*Bulletin of the philosophical Society of Washington;* vol. IV. Washington, 1881; in-8°.

*Maps and panoramas. Twelfth annual report of the United States geological and geographical Survey of the territories,* 1878; in-8° relié.

*Mathematical and physical papers; by* G.-G. STOKES; vol. II. Cambridge, 1883; in-8° relié.

*Twelfth annual report of the United States geological and geographical Survey of the territories: a Report of progress of the exploration in Wyoming and Idaho for the year* 1878. In two parts; Part. I et II, *by* F.-V. HAYDEN. Washington, Government printing office, 1883; 2 vol. in-8° reliés.

*Researches on the hexatomic compounds of cobalt. — Researches on the complex inorganic acids. — On complex inorganic acids. — On osmyl-ditetramin; by* WOLCOTT GIBBS. Sans lieu ni date; 8 broch. in-8°. (*Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences.*)

*Beri-Beri; door* D^r F. SCHNEIDER. Batavia, Ernst et C^o, 1883; in-8°.

*Nova acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae germanicae naturae Curiosorum;* t. XLIV. Halle, E. Blochmann, 1883; in-4°.

*Nunquam otiosus. Leopoldina. Amtliches Organ der Kaiserlichen Leopoldino-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher;* achtzehntes Heft, Jahrgang 1882. Halle, E. Blochmann, 1882; in-4°.

*Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe;* XLVI Band. Wien, 1883; in-4°.

## *ERRATA.*

(Séance du 21 janvier 1884.)

Page 133. Observations du 11 janvier, *au lieu de* $18^s,96$, *lisez* $18^s,76$.
» 5e ligne en remontant, *au lieu de* 16 décembre, *lisez* 16 janvier.
» 3e » » *au lieu de* occidental, *lisez* oriental.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 4 FÉVRIER 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Nécessité de la création d'une succursale de l'Observatoire hors de Paris.* Note de M. **Mouchez.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire que je viens d'adresser au Conseil de l'Observatoire sur l'urgence de transférer dans une succursale hors de la ville les principaux services actifs de l'Observatoire de Paris. Lorsqu'en 1667 Louis XIV fit construire l'Observatoire par Perrault, à $2^{km}$ au sud du Luxembourg, la ville ne s'étendait guère alors au delà de ce Palais, et les astronomes de l'époque ne pouvaient désirer une situation plus favorable. Mais depuis lors, et surtout pendant les cinquante dernières années, la ville, s'étendant dans toutes les directions, a complètement enveloppé l'Observatoire de hautes et nombreuses constructions dont l'éclairage au gaz, les fumées, les poussières, les émanations de toutes sortes troublent profondément l'atmosphère autour de nos instruments; et ces conditions

sont aujourd'hui d'autant plus fâcheuses que, par suite des progrès incessants de l'Astronomie et des procédés d'observation, les astronomes sont obligés d'accroître continuellement la puissance et la précision des instruments et de les placer dans les conditions les plus favorables de pureté et de calme de l'atmosphère. En outre, par suite de la présence des catacombes sous nos terrains et du voisinage des rues, le sol n'a pas la stabilité et la tranquillité qui nous sont indispensables.

» Pendant que tous les grands Observatoires de l'étranger, sans exception, reconnaissaient et subissaient la nécessité d'émigrer hors des villes, l'Observatoire de Paris s'est trouvé au contraire englobé dans un quartier de plus en plus populeux. Déjà en 1854, puis en 1868, sur les plaintes unanimes des astronomes, cette mauvaise situation a été signalée au gouvernement et discutée devant l'Académie; après une étude approfondie, qui a duré près d'une année, la Commission académique nommée pour examiner cette question émettait, en 1869, un vote unanime pour demander la construction d'une succursale hors de Paris, et l'Académie, appelée à donner son avis, sanctionnait, par 53 voix contre un bulletin blanc, le vote de sa Commission; mais, pour divers motifs, inutiles à rappeler, ce projet ne fut pas exécuté.

» Depuis lors, la situation n'a fait que s'aggraver et toutes les améliorations qu'on a essayé d'introduire n'ont pu la modifier sensiblement : il devient donc indispensable d'effectuer ce transfert le plus tôt possible si l'on ne veut voir décroître l'importance des travaux de l'Observatoire et sa situation relativement aux observatoires étrangers.

» Les trois obstacles les plus sérieux que j'aie rencontrés, pour donner à nos travaux tout le développement qu'ils comportent, consistent : dans le trouble de l'atmosphère au milieu d'une grande ville et les trépidations du sol, dans l'impossibilité de loger les astronomes à l'Observatoire, comme cela a lieu dans tous les grands Observatoires de l'étranger, d'où résulte un obstacle insurmontable à la bonne organisation du service de nuit, enfin dans l'impossibilité d'améliorer suffisamment l'ancienne installation de nos instruments et d'acquérir ceux qui nous manquent, pour lesquels d'ailleurs nous n'aurions pas d'emplacement convenable.

» Pour construire seulement la tour et la coupole de la grande lunette dont l'Observatoire s'occupe depuis trente ans, il faudrait obtenir de l'État une somme de 500 000 à 600 000$^{fr}$. Il faudrait, en outre, une somme au moins égale pour empêcher la construction de hautes maisons devant nos

nouveaux terrains et acheter les instruments qui nous manquent; et, en supposant même que nous obtenions ces crédits des Chambres, ce qui nous semble impossible aujourd'hui, nous n'en subirions pas moins toujours le double inconvénient de l'atmosphère parisienne, du logement des astronomes hors de l'Observatoire et d'un sol miné par les anciennes carrières. En présence de telles difficultés et ne pouvant pas admettre qu'on laisse plus longtemps l'Observatoire de Paris dans ces conditions défavorables, j'ai eu l'honneur de proposer au Conseil, dans sa dernière séance, une solution qui, sans imposer à l'État, aucune charge nouvelle, nous permettrait, tout en conservant le vieil édifice historique de Louis XIV, de construire dans un des domaines de l'État, près de Paris, un magnifique Observatoire de premier ordre, pourvu de tous les progrès réalisés par la Science moderne et nous replaçant immédiatement au premier rang des grands Observatoires. Il suffirait pour cela d'aliéner pour des constructions particulières environ 22000 mètres de jardins et terrains vagues qui entourent actuellement l'Observatoire sans autre utilité que de l'isoler des maisons voisines et qui forment par le fait un capital mort; en les vendant à raison de 100$^{fr}$ à 150$^{fr}$ le mètre, ce qui est une évaluation modérée de leur valeur, on obtiendrait une somme de près de 3 millions, plus que suffisante pour créer notre succursale.

» En défalquant la superficie du terrain nécessaire pour percer deux rues nouvelles, prolongeant l'avenue du Luxembourg et isolant l'Observatoire de tous les côtés, il lui resterait encore la cour du nord et un jardin au sud, de 70$^{m}$ à 80$^{m}$ de longueur sur 50$^{m}$ de largeur, qui conserveraient exactement à l'édifice l'aspect qu'il avait quand il fut construit par Perrault. On y laisserait les archives, le Bureau des Calculs, le musée et trois ou quatre instruments qui pourraient rendre encore quelques services et être mis à la disposition de la Faculté des Sciences pour l'instruction des élèves.

» Les plans et devis, très détaillés, d'un avant-projet de cette succursale ont été faits, sur ma demande, avec le plus grand soin par un habile architecte, M. Deharme; ils comprennent les logements de trente astronomes et employés avec leur famille, toutes les salles des instruments et de service, les salles et une galerie souterraine de 100$^{m}$ de long, un pylone de 100$^{m}$ de haut pour l'étude de l'atmosphère, une usine à gaz, une galerie couverte reliant tous les instruments au logement des astronomes, et enfin la grande coupole pour la lunette de 16$^{m}$; le devis total,

d'après la série de prix de la Ville, est de 2459000fr. En ajoutant le prix des instruments nouveaux, du mobilier des bureaux et du mur de clôture, on arriverait au chiffre de 2700000fr, qu'on obtiendrait à très peu près de la vente de nos terrains. Je ne vois donc aucune objection sérieuse à l'adoption de ce projet, qui peut seul faire cesser les mauvaises conditions dans lesquelles nous nous trouvons aujourd'hui et doter la France du plus complet et plus bel Observatoire moderne.

» Nous avons à l'Observatoire un personnel nombreux et exercé, nous avons un budget ordinaire très suffisant, mais ces forces sont en partie perdues par les défauts que j'ai signalés; après cinq années d'exercice comme Directeur, je n'ai pu que constater l'impuissance de mes efforts pour les faire disparaître. Nous avons pu sans doute faire des travaux d'une réelle valeur, tels que la revision du Catalogue des 45000 étoiles de Lalande, qui est à peu près terminée et dont nous avons commencé cette année l'impression. Cet important Travail fera certainement grand honneur à l'Observatoire de Paris.

» Nous avons beaucoup avancé la construction de l'Atlas écliptique commencé par Chacornac et continué par MM. Henry; enfin nous avons, depuis ces dernières années, outre notre service méridien à trois instruments, organisé un service régulier à trois équatoriaux; on travaille donc activement à l'Observatoire de Paris; mais il est cependant certain que nous n'en sommes pas moins très entravés dans nos travaux et que nous n'avons pas pu prendre une part suffisante dans les découvertes modernes de l'Astronomie d'observation, par suite des mauvaises conditions matérielles où nous nous trouvons. Elles nous placent dans une infériorité relative sensible vis-à-vis des grands Observatoires étrangers, tous reconstruits aujourd'hui dans de bonnes conditions en dehors des villes, et qui, donnant asile à leurs astronomes, obtiennent un travail plus régulier et plus productif que nous ne pouvons le faire à Paris.

» C'est pour faire cesser cet état d'infériorité relative et mieux utiliser les excellents éléments dont nous disposons que j'ai proposé, dans la dernière séance du Conseil, le projet contenu dans ce Mémoire. Le Conseil l'a adopté à l'unanimité, en demandant son renvoi à l'Académie et au Bureau des Longitudes, qui ont d'ailleurs déjà émis un avis favorable en 1854 et 1868.

» J'ose donc espérer que l'Académie, qui a toujours montré un si vif intérêt pour tout ce qui peut contribuer à la prospérité de notre Observa-

toire national et qui, en 1869, a voté ce projet à l'unanimité, voudra bien l'appuyer encore par un vote semblable s'il est une seconde fois soumis à son examen. »

L'Académie décide que les Sections de Géométrie, d'Astronomie, de Géographie et Navigation seront chargées d'examiner le projet présenté par M. Mouchez.

ASTRONOMIE NAUTIQUE. — *Sur une nouvelle application du niveau à mercure pour obtenir la hauteur des astres à la mer quand l'horizon n'est pas visible, appareil imaginé par M. Renouf.* Note de M. **Mouchez.**

« Le problème depuis si longtemps cherché dans la Marine, consistant à obtenir à la mer la hauteur d'un astre à moins de 4′ ou 5′ près, quand l'horizon est rendu invisible, soit par la brume, soit par la nuit, semble complètement résolu aujourd'hui par une nouvelle manière, aussi simple qu'ingénieuse, imaginée par un capitaine au long cours, M. Renouf, d'appliquer le niveau à mercure aux instruments tenus à la main.

» Jusqu'ici tous les chercheurs qui avaient essayé de résoudre ce problème à l'aide du niveau avaient cru à tort devoir s'astreindre à l'appliquer aux instruments à réflexion; ils rencontraient alors cette difficulté insurmontable d'amener en contact, dans le champ très petit de la lunette, deux objets essentiellement mobiles par suite du mouvement du navire et de la main de l'observateur; et quand on parvenait, après une longue tentative, à apercevoir simultanément la bulle si fugitive du niveau sphérique ou du niveau à deux fioles et l'image réfléchie de l'astre, le contact, quand on l'obtenait, ne durant qu'une fraction de seconde, il était impossible d'avoir une idée de l'approximation qu'on obtenait et l'on était très souvent exposé à commettre d'énormes erreurs, comme je l'ai souvent constaté dans les essais que j'ai faits de ces instruments; aussi aucune de ces tentatives n'a-t-elle réussi.

» M. Renouf a fait disparaître la moitié de la difficulté de l'observation en supprimant les miroirs du cercle à réflexion et en visant directement sur l'astre sans avoir à se préoccuper de la bulle du niveau qui, par une disposition fort ingénieuse, se fixe d'elle même sur le point du cercle correspondant à l'horizon vrai par la simple touche d'un bouton à ressort, quand on a pointé la lunette sur l'astre à observer.

» On observe alors de la même manière que les navigateurs arabes des

xv^e^ et xvi^e^ siècles, avec leur anneau astronomique tenu suspendu à la main; ils pointaient la pinnule de leur cercle sur l'astre et ils lisaient le degré de hauteur correspondant; la seule différence qui existe aujourd'hui, c'est qu'on a adapté une lunette et un niveau pour rendre cette observation plus exacte.

» M. Renouf a adapté au bord intérieur d'un cercle ordinaire un tube circulaire transparent, à moitié rempli de mercure, de manière que les deux extrémités du métal soient à très peu près sur un même diamètre. Dans la partie correspondant au bas de ce tube, quand l'instrument est dans sa position moyenne d'observation, est installé un robinet dont la fermeture instantanée est commandée par un bouton à déclic; quand le robinet est ouvert, le mercure circule librement dans tout le tube; mais, dès qu'on touche le bouton, le robinet se ferme subitement et fixe les deux parties du mercure dans une position invariable, tant que l'instrument reste à peu près vertical.

» Le mode de procéder est donc bien facile à comprendre : l'observateur vise directement sur l'astre en tournant le cercle tenu verticalement jusqu'à ce que le réticule d'une lunette fixée à demeure sur ce cercle vienne tangenter l'astre, ce qui est très facile dans les temps ordinaires; dès que le contact est obtenu, on touche le bouton : le mercure devient subitement immobile et ses deux extrémités indiquent les deux points du cercle divisé qui, à cet instant, correspondent à l'horizon vrai. Il suffit alors de pointer, avec une alidade munie à chaque bout de deux petites lunettes à réticule, les deux extrémités du mercure et de lire sur le vernier les divisions du cercle correspondantes : la moyenne donne la hauteur cherchée de l'astre. Il est indispensable de faire cette double lecture, qui fait disparaître à la fois les deux principales causes d'erreur, celle qui provient de la dilatation du mercure avec les variations de température et celle qui provient de la différence, en plus ou en moins, de la quantité de mercure nécessaire pour faire 180°. On s'était d'abord servi d'un tube en verre; mais, comme il était trop fragile, on l'a remplacé par un tube transparent en celluloïd. Il est probable que ce tube circulaire pourra quelquefois présenter des irrégularités de forme; mais il suffirait d'une étude facile, faite à terre, une fois pour toutes, avant le départ, pour déterminer les erreurs de division qui en résulteraient.

» M. Renouf, qui vient de se servir de cet instrument pendant un voyage aux États-Unis sur les paquebots transatlantiques, dit que toutes les observations étaient obtenues avec une erreur moindre que 4'. Quand

le hasard m'a fait rencontrer cet instrument, il y a deux jours, chez le constructeur, M. Hurlimann, successeur de Lorieux, je l'ai immédiatement essayé sur une mire, et j'ai été fort surpris de trouver que les huit ou dix hauteurs que j'ai prises ne s'écartaient pas de plus de 2′ ou 3′ autour de la moyenne; il est donc évident qu'avec un peu d'habitude, et à la mer par temps ordinaire, on doit parvenir facilement à obtenir le résultat indiqué par l'inventeur.

» Cet instrument sera également très précieux pour les voyageurs dans l'intérieur des continents; en le fixant sur un appui quelconque pour éviter les tremblements de la main, on pourra probablement obtenir les hauteurs à 1′ ou 2′ près, par l'observation la plus simple, à la portée de la personne la moins expérimentée; cela évitera en même temps les ennuis et les difficultés de la manœuvre du bain d'huile ou de mercure de l'horizon artificiel dont on est obligé de faire usage aujourd'hui avec les instruments à réflexion.

» Il faut encore faire remarquer qu'il pourra toujours être utilisé pour l'observation du Soleil, même dans les régions équatoriales où les instruments à réflexion deviennent inutiles quand le double de la hauteur du Soleil atteint 125° ou 130°, ce qui est le cas le plus général entre les tropiques.

» Je ne crois pas qu'aucun des différents systèmes que cherchent encore quelques marins, soit à l'aide de niveau, soit à l'aide d'appareils à rotation, puisse être d'une telle simplicité et donner des résultats d'une aussi grande exactitude.

» L'intervention de l'observateur dans l'emploi du niveau est tellement faible, qu'on pourrait assez justement désigner cet instrument sous le nom de *cercle à niveau automatique;* il a été parfaitement exécuté par M. Hurlimann.

» J'ai trouvé cette invention si remarquable et si utile pour les marins et les voyageurs, que j'ai cru devoir la signaler à l'Académie, persuadé qu'elle est appelée à rendre de réels services à la navigation et pour la détermination de positions géographiques dans les voyages d'exploration. »

L'appareil de M. Renouf sera soumis à l'examen de la Commission chargée de juger le Concours du prix de Mécanique de la fondation Montyon.

OPTIQUE. — *Sur un phénomène de vision produit par la lumière d'un incendie et d'une flamme propre à l'éclairage de la voie publique;* par M. **E. Chevreul.**

« L'incendie qui a eu lieu le 31 janvier 1884, à la cité Joly, n° 11, rue du Chemin-Vert, et dont j'ai observé les progrès durant environ une heure, d'une des fenêtres de la maison que j'habite au Muséum d'Histoire naturelle, m'a permis d'examiner l'influence de la lumière, partant du violet-rouge jusqu'au rouge-orangé, sur la flamme d'un bec de gaz éclairant la voie publique; flamme que je ne voyais que lorsque le vent courbait les branches d'arbres interposées entre la cité Joly et le Muséum.

» Eh bien, la lumière du gaz d'éclairage m'a présenté, pendant trois quarts d'heure, les couleurs complémentaires des lumières de l'incendie, à savoir du jaune-vert au vert et au bleuâtre, et je ne me trompe pas en disant que les sensations se rapportaient à la fois et au contraste simultané et au contraste successif, suivant que je voyais les deux lumières à la fois ou que je n'en voyais qu'une seule. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la loi de Faraday;* par M. **Berthelot.**

« D'après la loi de Faraday et les expériences de notre savant Confrère M. Becquerel, un même courant électrique, traversant une suite de sels électrolysables, pendant le même temps, sépare au pôle négatif des poids pes divers métaux proportionnels à leurs équivalents : c'est-à-dire que, $107^{gr},9$ d'argent étant précipités, le même courant précipite en même temps $103^{gr},5$ de plomb; il sépare simultanément $39^{gr},1$ de potassium et $68^{gr},5$ de baryum (ces derniers métaux décomposant l'eau ne demeurent pas libres, mais se retrouvent sous forme de base libre autour du pôle).

» Tous ces poids sont, je le répète, proportionnels aux équivalents, c'est-à-dire, d'après la définition classique, aux poids relatifs suivant lesquels les métaux se substituent les uns aux autres. Pour qu'ils fussent proportionnels aux poids atomiques, on devrait obtenir, en même temps que $107^{gr},9$ d'argent, $207^{gr}$ de plomb, c'est-à-dire un poids double de celui qui se précipite réellement; en même temps que $39^{gr},1$ de potassium, on devrait obtenir $137^{gr}$ de baryum : ce qui n'a pas lieu.

» De même, pour les éléments électronégatifs [1], si l'on électrolyse dans un même circuit le chlorure et l'oxyde d'un même métal, les poids de chlore et d'oxygène, mis en liberté dans le même temps, sont proportionnels à $35^{gr},5$ pour le chlore et à $8^{gr}$ pour l'oxygène, c'est-à-dire aux équivalents. S'ils étaient proportionnels aux poids atomiques, on devrait obtenir, pour $35^{gr},5$ de chlore, $16^{gr}$ d'oxygène : ce qui n'a pas lieu.

» Sans entrer dans aucune discussion sur les corps plurivalents, dont la notion est antérieure à la nouvelle notation atomique, ainsi qu'il résulte de la découverte des acides polybasiques par Graham, en 1835, de la découverte des alcools polyatomiques par moi-même, en 1854, et de la découverte même du glycol, deux ans après, par mon savant ami, M. Wurtz; sans entrer, dis-je, dans aucune discussion sur les corps plurivalents, dont la théorie est identique d'ailleurs pour les chimistes qui conservent les équivalents et pour ceux qui préfèrent les nouveaux poids atomiques, je me borne à constater que la loi de Faraday est exprimée en général d'une façon plus simple au moyen des équivalents qu'au moyen des poids atomiques, et cela aussi bien pour les éléments électropositifs que pour les éléments électronégatifs. »

PHYSIOLOGIE APPLIQUÉE. — *Réponse aux observations présentées par M.* Richet; par M. PAUL BERT.

« Notre savant Confrère, M. Richet, m'a reproché de m'être servi, en

(1) La décomposition de l'ammoniaque par le courant ne peut être invoquée ni pour ni contre la loi, attendu que l'azote qu'elle fournit n'est pas un produit direct d'électrolyse, pas plus que l'azote fourni par la décomposition analogue de l'acide azotique dans certaines conditions. Les sels, les acides hydratés, les bases hydratées et les corps de constitution analogue paraissent seuls susceptibles d'une électrolyse directe dans les dissolutions. L'ammoniaque, en tant qu'azoture d'hydrogène, ne leur est pas assimilable, car elle ne forme pas des azotures solubles, comparables aux chlorures.

Lorsque M. Hofmann a électrolysé une solution saturée de chlorure de sodium contenant une petite quantité d'ammoniaque, il se proposait uniquement de faire une expérience de cours, destinée à démontrer le rapport entre le volume des éléments gazeux de l'ammoniaque et celui des éléments de l'eau, rapport indépendant de la question de l'électrolyse directe de l'ammoniaque. Mais l'azote, mis à nu dans ces conditions, est un produit secondaire, résultant de la décomposition de l'ammoniaque par le chlore, qui est le produit direct de l'électrolyse du chlorure de sodium. La loi de Faraday, dans ces conditions, s'applique au chlore et non à l'azote.

parlant de la méthode d'anesthésie par les mélanges titrés de chloroforme et d'air, des expressions suivantes :

« Cette méthode me paraît être la seule qui puisse dégager absolument la responsabilité des chirurgiens. »

» Je ne voudrais pas que cette phrase fût considérée comme une forme nouvelle donnée à l'affirmation de M. Sédillot que « le chloroforme pur » et bien administré ne tue jamais », ou à celle de M. Gosselin que « le » chloroforme, même légèrement impur, ne donne pas la mort lorsqu'il » est bien administré ». Je n'ai pas l'autorité nécessaire pour émettre des formules dont les conséquences peuvent être si graves. Je sais trop, d'autre part, combien sont encore nombreuses les inconnues de l'histoire physiologique des anesthésiques pour prétendre que l'emploi de ma méthode mettra certainement les chirurgiens à l'abri de tous les accidents. Mais je dis qu'elle constitue un progrès important sur toutes les autres, progrès qui compense largement les inconvénients de l'emploi d'un appareil spécial, et que le chirurgien qui, sans l'avoir mise en usage, aura le malheur de se trouver en face d'un accident mortel, pourra vivement regretter de ne pas l'avoir employée.

» Il est vrai que M. Richet me dénie le droit de parler ainsi. Vous n'y serez autorisé, me dit-il, qu' « après avoir fait vos preuves, c'est-à-dire » après nous avoir apporté un nombre de 10 000 à 12 000 chloroformisa- » tions sans accident, et encore faudra-t-il attendre ». S'il en était ainsi, ma méthode serait à l'avance condamnée, puisque notre savant Confrère me déclare en même temps que « les chirurgiens ne changeront pas leur » manière d'opérer actuelle sans cette démonstration », ce qui la rendrait évidemment tout à fait impossible. Mais je vais indiquer les motifs d'ordre scientifique qui justifient ma confiance.

» Un mot tout d'abord sur la fréquence des cas de mort par le chloroforme. M. Richet a accepté comme moyenne le chiffre de 1 mort sur 10 000 à 12 000 chloroformisations; pour M. Gosselin, il y a 1 mort sur 5200; pour le Dr Coles, 1 mort sur 2800. Rien de moins précis, on le voit, que ces résultats statistiques, d'autant plus qu'il n'est nullement démontré que tous les cas de mort soient publiés.

« Il faut, dit M. Duret [1], quadrupler et peut-être quintupler le chiffre des cas de mort connus, pour arriver à une appréciation très approximative, car nombre de cas ne sont pas publiés. »

---

[1] *Des contre-indications de l'anesthésie*, p. 60. Paris, 1880.

» Du reste, il est admis, comme l'a rappelé M. Richet, et comme M. Hipp. Larrey l'avait fait remarquer depuis longtemps ([1]), qu'un certain nombre de ces accidents peuvent être mis sur le compte des impressions morales, et qu'on n'en doit pas incriminer le chloroforme. Je n'ai pas plus que personne la prétention de me mettre à l'abri de ces catastrophes, qui surviennent, bien entendu, au début des opérations.

» Bien que la mort semble n'arriver que très rarement, elle ne laisse pas que de préoccuper singulièrement les chirurgiens. Là-dessus, tous sont d'accord : « Les anesthésiques, disait Velpeau ([2]), sont des armes très dange- » reuses. » Dans la discussion de 1882 à l'Académie de Médecine, tous les chirurgiens ont parlé dans le même sens. « Je sais très bien, dit M. Ver- » neuil ([3]), que lorsque je m'approche d'un malade avec la compresse de » chloroforme, je fais naître pour lui des chances de mort. » Selon M. Rochan ([4]) : « La question de vie ou de mort est toujours posée, quand on » a recours aux anesthésiques. » Et M. Trélat ([5]) déclare que, « chaque fois » qu'il s'approche d'un malade avec une compresse de chloroforme, il est » pénétré de la responsabilité qu'il assume ». Du reste, Robert avait dit avec raison, il y a longtemps : « Le chloroforme est un danger, parce que » c'est une puissance. »

» Les cas de mort sont peu nombreux, je le veux bien ; mais il n'en est pas de même des cas d'inquiétude, si l'on peut ainsi parler. Les chirurgiens les plus expérimentés sont, suivant la juste expression de M. Richet, « en grand souci pendant leurs opérations ».

» Combien de fois n'ont-ils pas à se préoccuper d'une respiration stertoreuse ou irrégulière, d'une congestion ou d'une pâleur de la face, etc., à ce point que quelques-uns ne semblent rassurés, et je crois qu'ils ont grand tort, que par les plaintes sourdes et les contorsions d'un patient insuffisamment anesthésié : « L'anesthésie incomplète, dit avec raison M. Pa- » nas ([6]), est une pratique qu'on a de la tendance à suivre trop souvent, » sous prétexte de sécurité fallacieuse. »

» Aussi les chirurgiens surveillent-ils de très près leur malade sans trop

---

([1]) *Bull. de la Soc. de Chirurgie*, t. IV, 1853.

([2]) *Bull. de l'Acad. de Médecine*, t. XXII, p. 829 ; 1857.

([3]) *Bull. de l'Acad. de Médecine*, 2e série, t. XI, p. 197 ; 1882.

([4]) *Ibid.*, p. 202.

([5]) *Ibid.*, p. 260.

([6]) *Ibid.*, p. 417.

s'entendre cependant sur les phénomènes les plus importants à observer. Les uns s'occupent surtout du pouls, d'autres de la respiration, d'autres de la sensibilité de diverses parties du corps. Ils diffèrent encore bien plus sur la manière dont il convient d'employer l'anesthésique. « J'ai assisté » à un bon nombre de chloroformisations, disait, il y a quelques mois, » M. Gosselin ([1]), et j'ai été rarement satisfait de la manière dont on pro- » cédait. » C'est que, pour notre savant Confrère, il est indispensable de procéder par « des doses moyennes » administrées par intermittences suivant une règle à la fois très précise et très compliquée ([2]). D'autres, comme M. Labbé, préfèrent des « doses faibles », mais données d'une manière continue. La grande majorité, sans prétendre à une telle précision, se préoccupe surtout de permettre au malade de respirer une quantité d'air suffisante pour se mettre à l'abri de l'asphyxie, approchant ou éloignant la compresse et renouvelant le chloroforme, suivant la manière dont se comporte le patient.

« A la moindre alerte, dit M. Trélat, pour peu que le système respiratoire perde sa régularité, son uniformité, au moindre changement de coloration de la face, nous enlevons brusquement la compresse. Nous avons tous, et chacun en particulier, nos petites précautions, nos petites ingéniosités de surveillance ([3]). »

» Or, à chaque moment, les inégalités de l'évaporation dues à la

---

([1]) *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 2e série, t. XI, p. 176.

([2]) Je commence par verser au centre de la compresse la quantité de chloroforme ($1^{gr},5$ à $2^{gr}$) nécessaire pour donner une tache qui a l'étendue environ d'une pièce de 5 francs, et je place cette tache devant le nez et la bouche, à la distance de $0^m,04$ ou $0^m,05$. Après six inspirations, que je compte moi-même, je retire la compresse et je verse la même quantité de chloroforme que la première fois; pendant ce temps le malade fait deux inspirations à l'air libre; je place alors la compresse un peu plus près du nez et de la bouche sans l'y appliquer, de façon à laisser toujours passer une notable quantité d'air avec lequel se mélangent les vapeurs anesthésiques. Après six ou sept nouvelles inspirations bien complètes, je verse une nouvelle quantité de chloroforme sur la compresse, que j'éloigne exprès et complètement de la bouche et du nez : deuxième intermittence, pendant laquelle deux inspirations sont faites avec de l'air pur. Je rapproche alors la compresse sans la mettre en contact avec la peau, afin d'éviter l'irritation de celle-ci et toujours pour laisser venir assez d'air; je fais faire sept nouvelles aspirations avec le chloroforme, après quoi nouvelle intermittence de deux inspirations et addition d'environ $3^{gr}$ de chloroforme sur la compresse. Si la respiration reste calme et uniforme, je continue de la même façon en faisant des intermittences un peu plus rares, toutes les dix, douze et même quinze inspirations. (GOSSELIN, *Encyclopédie internationale de Chirurgie*, t. II, p. 165. Paris, 1883.)

([3]) *Bull. Acad. de Méd.*, 2e série, t. XI, p. 247; 1882.

température, à la ventilation et à la respiration, les quantités variables de chloroforme, les distances variables de la compresse aux voies respiratoires, modifient dans des limites qu'il est impossible de mesurer, mais qui sont, à coup sûr, très étendues, la proportion des vapeurs de chloroforme dans l'air inspiré.

» J'ai donc eu raison de dire, étant donné le faible écart qui existe entre la proportion efficace ($0^{gr},04$ par inspiration) et la proportion très dangereuse ($0^{gr},08$ par inspiration) des vapeurs de chloroforme dans l'air, que c'est « en louvoyant avec habileté » au milieu de ces difficultés que « les chirurgiens obtiennent l'anesthésie et évitent les accidents ».

» Beaucoup l'ont compris, et, effrayés de leur responsabilité, ont essayé de régler la dépense du chloroforme à l'aide d'appareils divers; mais ces appareils ont été abandonnés, et avec raison, car ils étaient tous fondés sur le faux principe de la mesure des quantités de chloroforme à employer, au lieu du principe vrai de la mesure des tensions de vapeur. Ils avaient ainsi tous les inconvénients de la compresse ou de l'éponge, avec en plus (sauf le cornet employé par les chirurgiens de la marine) des difficultés d'application, et leur fausse précision était la source d'une fausse sécurité. Ces critiques expliquent parfaitement la défiance des chirurgiens pour les appareils nouveaux qu'on leur présente.

» J'ose dire que ce n'est pas un appareil, c'est une méthode nouvelle que j'apporte. Mon but est de régler et de maintenir constante dans l'organisme la quantité de chloroforme nécessaire à l'anesthésie, et j'y parviens en faisant respirer les vapeurs de chloroforme juste à la tension nécessaire. L'emmagasinement chimique du chloroforme étant faible et lent à se produire, et pouvant être négligé pendant la durée des opérations chirurgicales, le sang et les tissus contiendront, au bout de quelques minutes, ce qu'il faut de chloroforme, ni plus ni moins.

» On n'a donc pas à craindre les accidents d'empoisonnement qui ne pourraient se manifester qu'après un très long temps, et dont avertirait sûrement le graduel abaissement de la température. On n'a pas davantage à craindre les accidents d'asphyxie, puisque la proportion d'oxygène dans l'air inspiré n'est diminuée que d'un centième. Enfin, on n'a pas à craindre (réserve faite, bien entendu, des syncopes ou des congestions cérébrales dues à l'émotion) les accidents du début de la chloroformisation.

» Ceux-ci sont les plus redoutables de tous par leur nombre [puisque, dans la moitié environ des cas de mort, celle-ci est arrivée avant l'anesthé-

sie ([1]) ] et par leur soudaineté. Ils consistent en arrêts brusques des mouvements respiratoires ou des battements du cœur, arrêts qui surviennent dès les premières inhalations. Je pense, avec la plupart des physiologistes, qu'il faut y voir des actes réflexes bulbaires, provenant de l'excitation, par les vapeurs trop concentrées du chloroforme, des nerfs des cavités naso-bucco-pulmonaires, et particulièrement de ceux que j'ai appelés les « sentinelles de la respiration » : le nasal, le laryngé supérieur, le pneumogastrique ([2]).

» Ces excitations se manifestent, dans les circonstances ordinaires, par la toux, la suffocation, la salivation et les autres phénomènes que j'ai désignés sous le nom de *période de répulsion*. Lorsque les vapeurs sont diluées dans la proportion que j'ai indiquée, ces effets disparaissent et le patient entre d'emblée dans la période du rêve, du délire, de l'*agitation*, comme l'on dit. On objectera que la mort soudaine est apparue dans des cas où l'on n'avait versé sur la compresse que très peu de chloroforme : $10^{gr}$, $5^{gr}$, $2^{gr}$ même. Mais si, par un ensemble de circonstances malheureuses, $2^{gr}$ ont été volatilisés rapidement et portés en deux respirations, par exemple, sur les nerfs sentinelles, il y aura là, dans l'air inspiré, une proportion vingt fois plus forte de chloroforme que dans mon mélange titré. Et c'est de quoi expliquer aisément la sidération mortelle.

» Quand la période d'agitation, pendant laquelle il faut bien se garder d'opérer, est passée, et qu'on est arrivé à l'insensibilité, le mélange titré évite les afflux trop forts du chloroforme irrégulièrement versé sur la compresse et protège à la fois contre l'emmagasinement et contre l'appauvrissement : le mélange titré fait un sang titré. Et il ne semble pas que l'on ait à craindre les réflexes inhibiteurs de la respiration et du cœur dont ont parlé plusieurs physiologistes; car, ainsi que je l'ai indiqué, pendant les opérations faites sur l'homme, les excitations les plus douloureuses n'amènent aucun changement dans le pouls et produisent seulement une accélération légère de la respiration.

» On paraît supposer, *a priori*, que la valeur du titre du mélange devrait changer suivant les dispositions individuelles que le langage médical appelle les *idiosyncrasies*. Ce que j'avais vu sur les animaux rendait la chose peu probable. Les expériences sur l'homme, aujourd'hui au nombre d'une

---

([1]) Le Fort, *Bull. Acad. de Méd.*, 2e série, t. XI, p. 260; 1882.

([2]) Paul Bert, *Leçons sur la respiration*, p. 483; Paris, 1870.

quarantaine, ont montré que cette supposition est peu vraisemblable, car les malades, choisis dans les conditions les plus variées, ont tous été endormis par le mélange à $8^{gr}$ de chloroforme pour $100^{lit}$ d'air, sans présenter de différences notables. Il semble que les écarts les plus considérables doivent osciller entre $7^{gr}$ et $9^{gr}$.

» Du reste, s'il paraissait nécessaire, dans quelques circonstances exceptionnelles, d'employer des proportions différentes, un dispositif instrumental que je ne puis décrire ici donnerait immédiatement le résultat désiré.

» Ainsi l'emploi des mélanges titrés a la précision qui donne la sécurité et la souplesse qui peut se prêter à toutes les éventualités. On peut, je viens de le dire, changer les proportions, on peut, cela est bien évident, si on le désire, procéder par intermittences. Mais ce qu'il ne permet pas, c'est de faire courir des dangers par l'emploi de doses trop élevées. Il donne à coup sûr, et mécaniquement, ce que recherchent et ce qu'obtiennent les praticiens les plus habiles au prix d'une longue et souvent pénible expérience.

» Je n'ai donc rien exagéré en disant que son emploi peut seul permettre au chirurgien d'affirmer, en cas d'accident mortel, et de prouver, s'il est nécessaire, qu'il a pris toutes les précautions qui doivent couvrir sa responsabilité. J'irai volontiers jusqu'à penser que, grâce à lui, les accidents inhérents au chloroforme lui-même doivent absolument disparaître.

» Notre savant Confrère, M. Richet, me permettra de le remercier de m'avoir signalé l'appareil de Clover. J'avoue qu'il m'était inconnu. Il n'en a été fait mention ni dans les livres, thèses, articles de dictionnaires les plus récents, ni dans les discussions devant les corps savants.

» L'examen auquel je me suis livré m'a montré d'abord que son inventeur n'était pas dirigé par les idées théoriques qui m'ont amené à proposer mes méthodes d'anesthésie par le protoxyde d'azote, le chloroforme et l'éther.

» Mais, comme les titrages employés par Clover sont analogues au mien, bien qu'un peu plus faibles (de 30 à 40 minimes pour 1000 pouces cubes, soit de $5^{gr}$ à $7^{gr}$ par 100 litres d'air), je puis mettre à l'actif de la méthode les résultats excellents qu'elle a donnés dans des milliers de cas. Quant aux accidents, ils me paraissent dus, comme le dit Clover lui-même, à des erreurs dans le dosage. Et ceci vient à l'appui de cette idée à laquelle je m'étais arrêté, qu'il faut en arriver à supprimer l'intervention de

l'homme dans la préparation du mélange titré, et la remplacer par un dispositif mécanique. On devra donc renoncer aux gazomètres, aux sacs de caoutchouc, et s'arrêter aux appareils automatiques. Il y a là un petit problème que résolvent en ce moment, par des moyens différents, d'habiles constructeurs.

» Je pense que notre savant Confrère me saura gré de relever, en terminant, une phrase de son Mémoire qui pourrait avoir le grave inconvénient d'abriter sous l'autorité de son nom une erreur historique déjà trop répandue, même dans nos livres classiques.

» Simpson, dit-il, celui-là même qui a découvert les propriétés du chlo-
» roforme » (p. 196). Or, c'est le 4 novembre 1847 que Simpson, essayant, sur lui et sur quelques amis, l'action d'un grand nombre de substances volatiles, s'adressa, entre autres, au chloroforme; et déjà, le 8 mars de la même année, Flourens [1] avait entretenu l'Académie des expériences faites sur les animaux avec le chloroforme.

» C'est donc Flourens qui, le premier, a découvert les propriétés du chloroforme. A Simpson le mérite de l'avoir appliqué à l'homme et de l'avoir fait passer définitivement dans la pratique chirurgicale. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Courbes du marégraphe de Colon. (Tremblements de terre à Santander, Guyaquil, Chio, etc.)* Note de M. DE LESSEPS.

« Comme suite à la Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie le 26 novembre dernier, sur l'enregistrement, par le marégraphe de Colon, d'une commotion marine paraissant se rattacher au tremblement de terre de Java, je dépose aujourd'hui, sur le bureau, les courbes données par ce même marégraphe dans les journées des 13 et 14 octobre 1883.

» Sur la courbe du 14 octobre j'ai fait indiquer, en pointillé, la courbe du 15 octobre, tout à fait régulière, faisant ressortir les anomalies de celles du 14.

» Les ondulations des courbes des 13 et 14 octobre indiquent sans doute les commotions souterraines occasionnées, à ces dates, par les tremblements de terre constatés à Santander sur l'Atlantique, à Guyaquil sur le Pacifique, à Chio dans la Méditerranée, etc.

---

[1] *Comptes rendus*, t. XXIV, p. 342.

» Le marégraphe de l'île de Naos (golfe de Panama, océan Pacifique) n'a signalé aucune situation anormale. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les quantités formant un groupe de nonions analogues aux quaternions de Hamilton;* par M. **J.-J. Sylvester.**

« Dans une Note précédente [1], j'ai fait allusion au cas où le déterminant de $x + ym + zn$ devient une fonction linéaire de $x^3, y^3, z^3$ sans que la quantité nommée Q s'évanouisse. Dans ce cas, on aura

$$(1)\qquad (mn)^3 + Q(nn) - R = 0,$$

R étant le déterminant de $mn$. C'est bien la peine, comme on va le voir, de donner plus de précision aux équations qui lient ensemble $mn$ et $nm$ pour ce cas.

» En suivant la même marche que pour le cas particulier où $Q = 0$, on trouvera sans difficulté les résultats suivants :

$$(2)\qquad nm = -\frac{3Q}{\zeta}(mn)^2 - \frac{\zeta - 9R}{2\zeta} mn - \frac{2Q^2}{\zeta},$$

$$(3)\qquad mn = \frac{3Q}{\zeta}(nm)^2 - \frac{\zeta + 9R}{2\zeta} nm + \frac{2Q^2}{\zeta},$$

$\zeta$ étant le produit des différences des racines de la fonction $\lambda^3 + Q\lambda - R$, de sorte que $\zeta^2 = 4Q^3 + 27R^2$.

» Conséquemment on peut écrire

$$(4)\qquad nm = A(mn)^2 + B\,mn + C,$$

$$(5)\qquad mn = -A(nm)^2 + B'mn - C,$$

où A et C peuvent être tous les deux zéro, ou tous les deux des quantités finies quelconques, mais non pas l'un d'entre eux une quantité finie et l'autre zéro, et B, B' les deux racines par rapport à B de l'équation

$$(6)\qquad B^2 + B + 1 + \frac{AC}{2} \quad [2].$$

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1336.

[2] En omettant de consulter ses calculs et en se fiant à sa mémoire, l'auteur de cette Note a donné comme le dernier terme de cette équation aux *Errata* (*Comptes rendus*, 7 janvier 1884) $-AC$ au lieu de $\frac{AC}{2}$.

» On peut vérifier, comme je l'ai fait, par un calcul algébrique direct, que les équations (4) et (5), en vertu des équations (1) et (6), sont compatibles.

» Or une chose digne de remarque, c'est ce qui arrive quand $\zeta = 0$, car cela servira à révéler un phénomène d'Algèbre universelle d'un genre que personne n'avait encore même soupçonné.

» Dans ce cas, les deux équations (4) et (5) changent leur caractère et deviennent

$$Q(mn)^2 - 3R\,mn + 2Q = 0,$$
$$Q(nm)^2 - 3R\,nm + 2Q = 0.$$

de sorte que $mn$ et $nm$ cessent d'être fonctions l'un de l'autre.

» Nommons, pour le moment, $mn = u$, $nm = v$; on aura, comme auparavant, $uv = vu$, sans que $v$ et $u$ soient fonctionnellement liés ensemble. Dans le *Johns Hopkins Circular* de janvier 1884 (dans l'article intitulé *On the three laws of motion in the world-of universal Algebra*, p. 34, en haut), on trouvera le moyen d'établir qu'en général cette équation amène à la conclusion que ou $u$ doit être un *scalar*, c'est-à-dire de la forme $\begin{matrix} C & 0 & 0 \\ 0 & C & 0 \\ 0 & 0 & C \end{matrix}$, ou bien $v$ un scalar, ou sinon que $nm$, $mn$ doivent être fonctions l'un de l'autre; mais on remarquera (ce qui m'avait alors échappé) que, si $Fu = 0$ est l'équation identique en $u$ et que la dérivée fonctionnelle $F'u$ est une matrice *vide* (*vacuous*), c'est-à-dire dont le déterminant est zéro, le raisonnement est en défaut; cette vacuité a lieu dans le cas, et seulement dans le cas où deux des racines latentes (lambdaïques) de $m$ sont égales. On peut généraliser cette conclusion et l'étendre à deux matrices $u$ et $v$ d'un ordre quelconque au-dessus du deuxième; c'est-à-dire quand les racines latentes de $u$ (ou bien de $v$) ne sont pas toutes inégales, *il est des cas* où $uv = vu$, sans que $u$ ou $v$ soient des scalars et sans que $v$ et $u$ soient fonctions l'un de l'autre. Par exemple, si l'on fait

$$u = \begin{vmatrix} 0 & \rho & \rho^2 \\ 1 & 0 & 1 \\ \rho^2 & \rho & 0 \end{vmatrix}, \quad v = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ \rho & 0 & \rho^2 \\ \rho & \rho^2 & 0 \end{vmatrix},$$

on trouvera

$$uv = \begin{vmatrix} -\rho & \rho & 1 \\ \rho & -\rho & 1 \\ \rho^2 & \rho^2 & -\rho \end{vmatrix} = vu.$$

» Mais on démontrera sans difficulté que $v$ ne peut pas s'exprimer comme somme de puissances de $u$, ni *vice versa* $v$ comme somme de puissances de $u$.

» On n'a pas besoin de remarquer que la seule condition de l'existence de racines latentes égales en $u$ ou en $v$ ne peut pas suffire en elle-même pour assurer que $uv = vu$, mais il faut réserver pour une autre occasion la pleine discussion de la totalité des solutions de cette équation importante.

» J'ajouterai seulement cette remarque, qui est essentielle. En supposant l'existence des équations

$$\begin{aligned} m^2 n + mnm + nm^2 &= 0, \\ n^2 m + nmn + mn^2 &= 0, \\ (mn)^3 + Qmn - R &= 0, \\ (nm)^3 + Qnm - R &= 0, \end{aligned}$$

qui ont lieu nécessairement quand le déterminant de $x + ym + zn$ devient une fonction linéaire de $x^3$, $y^3$, $z^3$, et en regardant $nm$ comme fonction de $mn$ (en vertu de l'équation $mn.nm = nm.mn$), alors, en additionnant aux deux valeurs de $nm$ (exprimé comme fonction de $mn$) données ci-dessus, qui correspondent aux deux valeurs de $\zeta$, c'est-à-dire $\sqrt{4Q^3 + 27R^2}$, on a à considérer quatre autres valeurs, le nombre total en étant six. Car si l'on suppose $nm = A(mn)^2 + Bmn + C$ et si $\lambda_1$, $\lambda_2$, $\lambda_3$ sont les trois racines de $\lambda^3 + Q\lambda - R = 0$, les valeurs de A, B, C sont déterminées en mettant

$$\begin{aligned} A\lambda_1^2 + B\lambda_1 + C &= \lambda_i, \\ A\lambda_2^2 + B\lambda_2 + C &= \lambda_j, \\ A\lambda_3^2 + B\lambda_3 + C &= \lambda_k, \end{aligned}$$

où $i$, $j$, $k$ sont respectivement

$$1\ 2\ 3 \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 2 \end{matrix} \quad \text{ou bien} \quad \begin{matrix} 1 & 3 & 2 \\ 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{matrix}$$

» Les valeurs de A, B, C données ci-dessus correspondent au deuxième de ces groupes de valeurs de $i$, $j$, $k$.

» Si l'on écrit $i = 1$, $j = 2$, $k = 3$, on trouvera $nm = mn$.

» Si l'on écrit $i = 1$, $j = 3$, $k = 2$, en faisant $\lambda_1 = \Lambda$, on trouvera

$$nm = \frac{3\Lambda(mn)^2 - Qmn + 2\Lambda Q}{3\Lambda^2 + Q}.$$

» Dans le cas critique où $\zeta = 0$, de sorte que $3\Lambda^2 + Q = 0$, l'équation devient $(mn)^2 + \Lambda mn - 2\Lambda^2 = 0$, comme dans le cas déjà traité. Quand on suppose Q égal à zéro et R (c'est-à-dire le déterminant de $mn$) fini, les seules solutions possibles avec ces conditions sont celles fournies en écrivant $i, j, k = 2, 3, 1$, ou $3, 1, 2$; mais, pour le cas général, il n'y a pas de raison (au moins *très évidente*) pour exclure aucune des trois classes de solution. Si l'on admet la légitimité des solutions de la troisième classe, en écrivant $nm = \mathrm{A}(nn)^2 + \mathrm{B}mn + \mathrm{C}$, on trouvera

$$\mathrm{B}^2 + \mathrm{B} + \frac{\mathrm{AC}}{2} = 0$$

au lieu de l'équation

$$\mathrm{B}^2 + \mathrm{B} + 1 + \frac{\mathrm{AC}}{2} = 0,$$

qui est applicable aux solutions de la deuxième classe. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé des observations météorologiques faites pendant l'année* 1883, *en quatre points du Haut-Rhin et des Vosges.* Note de M. **G.-A. Hirn.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résumé des observations faites l'année dernière, 1883, à Colmar, Munster, la Schlucht et Thann. Je renvoie le lecteur, pour les détails, aux *Comptes rendus* du 30 janvier 1882. M. Léonhardt, directeur du blanchiment chez M. Hartmann, a bien voulu continuer les observations faites à Munster par mon regretté ami, O. Hallauer, que la Science a perdu récemment.

*Observations actinométriques.*

| | $t_1 - t_0$ min. | $t_1 - t_0$ max. | Nombre d'observations par mois. |
|---|---|---|---|
| Janvier | 20,8 | 24,4 | 7 |
| Février | 20,9 | 22,2 | 10 |
| Mars | 23,2 | 26,4 | 12 |
| Avril | 22,2 | ? | 11 |
| Mai | ? | ? | 13 |
| Juin | 25,7 | 29,5 | 12 |
| Juillet | 22,4 | 24,8 | 7 |
| Août | 25,2 | 33 | 19 |
| Septembre | 26,2 | 30 | 9 |
| Octobre | 24,5 | 30,5 | 9 |
| Novembre | 21,4 | 24,5 | 6 |
| Décembre | 24,4 | 27,5 | 4 |

» On voit par ce Tableau que les différences entre le thermomètre, à l'ombre et le thermomètre à boule noire, au soleil, ont été notablement plus grandes, en moyenne, que les deux années précédentes; les différences maxima sont aussi plus frappantes. Ainsi, au mois d'août, cette différence s'est élevée à 33°.

*Tableau relatif aux vents.*

| | Vents dominants à Colmar. | Vitesse moyenne. | Vitesse maxima. | Nombre de jours où le ven a été notable. |
|---|---|---|---|---|
| | | m | m | |
| Janvier | N. | 2,2 | 4 | 17 |
| | S.-O.-O. | 7,2 | 25,5 | 4 |
| Février | S.-S.-O. | 3,4 | 15 | 8 |
| Mars | N.-N.-E. | 4,8 | 17,5 | 14 |
| Avril | N.-N.-E. | 3,8 | 10 | 17 |
| Mai | N.-N.-E. | 3,6 | 6 | 15 |
| | S.-O. | 6 | 14 | 5 |
| Juin | N. | 2,6 | 10 | 15 |
| Juillet | S.-S.-O. | 4,2 | 10 | 21 |
| Août | S.-O. | 5 | 14 | 11 |
| | N.-N.-E. | 3 | 6 | 13 |
| Septembre | S. | 4,5 | 15 | 11 |
| Octobre | N.-O. | 2,5 | 4 | 13 |
| | S.-O. | 6 | 22 | 7 |
| Novembre | S. | 5,5 | 15 | 15 |
| Décembre | S.-O. | 6 | 20 | 6 |
| | N. | 2,5 | 4 | 15 |

| | Température | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | minima. | | | | maxima. | | | |
| | Schlucht. | Munster. | Colmar. | Thann. | Schlucht. | Munster. | Colmar. | Thann. |
| Janvier | −3,8 | −2,3 | −0,94 | −2,6 | −0,9 | 3,9 | 4,08 | 2,9 |
| Février | −3,1 | −0,3 | 0,90 | −1,32 | 1,8 | 7,9 | 9,20 | 7 |
| Mars | −7 | −3,3 | −1,70 | −4,10 | −1,1 | 4,8 | 6,90 | 5,37 |
| Avril | −0,7 | 2,8 | 3,65 | 2,16 | 6,43 | 12,85 | 15,97 | 13,85 |
| Mai | 4,3 | 7,34 | 8,90 | 6,69 | 12,7 | 17,96 | 21,52 | 19,88 |
| Juin | 7,37 | 9,95 | 11,60 | 8,68 | 15,8 | 21,23 | 24,41 | 22,22 |
| Juillet | 7,88 | 11,60 | 13 | 11,70 | 14,7 | 21,60 | 24,37 | 21,70 |
| Août | 7,63 | 10,50 | 10,97 | 9,65 | 16,33 | 23 | 25,84 | 22,45 |
| Sept | 6 | 8,72 | 9,87 | 9,01 | 11,66 | 18,54 | 20,84 | 17,87 |
| Oct | 1,45 | 3,30 | 5,52 | 4,51 | 7,3 | 12,60 | 14,85 | 12 |
| Nov | −1,71 | 1,16 | 2,98 | 1,85 | 2,8 | 8,22 | 9,54 | 7,90 |
| Déc | −5,44 | 0,47 | −0,57 | −1,70 | −1,35 | 3,19 | 4,17 | 2,84 |
| | 1,07 | 4,16 | 5,35 | 3,71 | 7,18 | 12,98 | 15,14 | 13 |

| | Pression atmosphérique. | | | | Eau tombée (hauteur en millimètres). | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Schlucht. | Munster. | Colmar. | Thann. | Schlucht. | Munster. | Colmar. | Thann. |
| Janvier... | 662,90 | 739 | 746,42 | 734,70 | 68,4 | 40 | 15,7 | 101,2 |
| Février... | 668,30 | 735,9 | 751,34 | 739,70 | 38,1 | 20,3 | 18,5 | 26,7 |
| Mars..... | 657,50 | 726,02 | 740,82 | 728,95 | 53,3 | 26,5 | 11,4 | 53,2 |
| Avril..... | 662,30 | 728,93 | 743,53 | 731,60 | 53,2 | 19 | 6,4 | 23,1 |
| Mai...... | 663,67 | 728,58 | 743,27 | 733,75 | 67,6 | 35,6 | 34,9 | 83,1 |
| Juin..... | 664,97 | 729,94 | 744,17 | 733,30 | 83 | 73,2 | 78,5 | 67,5 |
| Juillet.... | 664,73 | 729,58 | 744,08 | 733,50 | 169,5 | 72,7 | 50,5 | 97,6 |
| Août..... | 667,55 | 732,20 | 747,07 | 736 | 66,5 | 29,3 | 13,3 | 42,1 |
| Septembre. | 663,31 | 729,90 | 743,61 | 732,35 | 152,6 | 50,5 | 36,9 | 97 |
| Octobre... | 665,20 | 731,8 | 746,53 | 735,08 | 214,3 | 50,6 | 19,5 | 142,3 |
| Novembre. | 662,92 | 730,24 | 745,48 | 734,08 | 179,4 | 71,6 | 26,7 | 159 |
| Décembre. | 664,44 | 732,90 | 748,18 | 736,16 | 116,3 | » | 16 | 91,3 |
| | 663,98 | 731,25 | 745,38 | 734,10 | $1^m$,262 | » | $0^m$,3283 | $0^m$,984 |

*Orages à Colmar.*

Avril....... Le 20, 2 coups de tonnerre à l'est à $3^h 45^m$ s.
Mai........ Le 24, coup de tonnerre à l'est à $5^h$ s.
» ........ Le 2, orageux à l'est à $4^h 20^m$ s.
» ........ Le 7, id. au nord à $5^h 15^m$ s., tonnerre.
» ........ Le 29, orage à l'ouest à midi.
» ........ Le 30, id. et à l'est à midi au nord à $3^h$ s.
Juin........ Le $1^{er}$, averse d'orage à $3^h 45^m$.
» ........ Le 2, orage avec pluie et grêle à $2^h 30^m$ s.
» ........ Le 3, orage à $5^h$ s.
» ........ Le 5, orage à $4^h$ s. et à $9^h 15$ s.; id. de tous côtés à $10^h$ s.
» ........ Le 7, orageux le soir.
» ........ Le 9, pluie d'orage à $3^h 30^m$, orage à $1^h$ s.
» ........ Le 10, orageux, orage au sud à midi.
» ........ Le 15, orage au sud à $5^h 30^m$ s.
» ........ Le 18, orage au sud à $6^h$ s.
» ........ Le 30, orage à l'ouest à midi; id. à l'est à $4^h$ s.
Juillet...... Le $1^{er}$, orage à l'ouest le matin.
» ...... Le 3, orage à l'ouest à midi.
» ...... Le 5, soirée orageuse, orage à l'ouest à $5^h$ s.; id. au sud à $7^h$ s.
» ...... Le 6, orage à l'ouest à $6^h$ s.
» ...... Le 10, averse d'orage à $10^h$ m.
» ...... Le 13, pluie d'orage à partir de $7^h$ s.
» ...... Le 23, orage à $11^h$ m.
» ...... Le 26, coup de tonnerre à $11^h$ m.
» ...... Le 27, orage au sud l'après-midi.
Août....... Le 4, tonnerre matin.

| | |
|---|---|
| Août....... | Le 7, averse d'orage à $7^h$. |
| » ....... | Le 15, orage à $4^h$; id. à $8^h15^m$ m. |
| » ....... | Le 27, coup de tonnerre à l'ouest à midi; orage à l'ouest à $2^h40^m$ s. |
| Septembre... | Le 27, orage à $9^h$. |

» Si l'on compare les trois années qui viennent de s'écouler, on voit qu'en 1883 le vent du nord-nord-est a été notablement plus fréquent; ce qui s'accorde, comme le montre le Tableau général suivant, avec la diminution de la quantité d'eau tombée. Au point de vue des mesures pluviométriques, les différences entre les trois années sont considérables et l'on voit qu'elles ne marchent pas dans le même sens pour les mêmes hauteurs. Nous avons, en effet, en mettant les extrêmes en regard :

| | Schlucht. | Colmar. |
|---|---|---|
| 1881 ................ | 1,311 | 0,521 |
| 1882 ................ | 2,033 | 0,636 |
| 1883 ................ | 1,262 | 0,328 |

» En 1883, la différence entre Colmar et la Schlucht est énorme. Les réflexions générales que j'ai présentées à cet égard quant à l'année 1882 (*Comptes rendus* du 30 avril et du 7 mai 1883) sont ici encore à leur place, ainsi que toutes les autres qui terminent mon résumé; je n'y reviendrai donc pas.

» L'illumination rouge intense du ciel, après le coucher du soleil, vers la fin d'août jusqu'au solstice d'hiver, a été visible ici comme ailleurs. Si j'en parle autrement que sous forme de simple citation, c'est parce que je crois pouvoir me permettre quelques remarques critiques que je n'ai pas vu se produire encore. Des hypothèses, comme de coutume, ont été proposées, et en grand nombre, pour l'explication du phénomène, et, comme de coutume aussi, sans que leurs auteurs se préoccupent de constater si elles répondent à toutes les conditions dans lesquelles le phénomène s'est montré. Ces conditions, en effet, sont assez multiples. L'une des plus frappantes, c'est l'immense hauteur où se produisaient les rougeurs du ciel. Certains jours, j'ai vu une rougeur très accentuée à 60° au-dessus de l'horizon, deux heures après le coucher du Soleil. En ne tenant pas compte de la réfraction atmosphérique, on trouve, soit à l'aide d'une formule trigonométrique facile à établir, soit à l'aide d'un simple tracé géométrique, que ceci répond à une hauteur verticale de plus de $500^{km}$. En faisant même la plus large part à l'effet de la réfraction, on est amené à reconnaître que les lueurs rouges se produisaient à une hauteur considérablement supé-

rieure aux limites extrêmes probables de l'atmosphere. Une remarque importante est d'ailleurs à présenter quant à l'intervention de la réfraction atmosphérique. L'illumination rouge pourpre s'est produite, pour un grand nombre d'observateurs, en des moments où le ciel était fortement nuageux. Ainsi notamment, vers l'époque du solstice d'hiver, j'ai vu des lueurs rouge pourpre splendides à travers les interstices ou les éclaircies de nuages orageux qui couvraient la plus grande partie du ciel et qui s'étendaient fort au delà de l'horizon visible pour moi, puisqu'ils étaient amenés par un vent du sud-ouest assez notable. En comptant seulement $5^{km}$ ou $6^{km}$ pour la hauteur des couches supérieures de ces nuages, ce qui est probablement au-dessous de la vérité, on reconnaît que les rayons du soleil couchant, qui pouvaient traverser la partie limpide de l'atmosphère et être par suite réfractés, étaient limités à une hauteur assez grande, en d'autres termes, étaient bien loin *de raser* la surface terrestre même, comme le suppose le tracé auquel j'ai eu recours.

» En un mot, et pour me résumer, je pense qu'on est autorisé à conclure que les matières (en vapeur ou en poussière?) illuminées par les rayons solaires et produisant les lueurs crépusculaires se trouvaient, du moins en grande partie, en dehors de l'atmosphère terrestre, et en tous cas à des hauteurs où jamais on n'a observé ni cirrhus, ni trace de vapeur d'eau.

» On peut se demander à bon droit dans quelle mesure la conclusion précédente s'accorde avec le plus grand nombre des hypothèses explicatives proposées.

» J'aurai prochainement l'honneur de présenter à l'Académie la description d'un nouvel actinomètre totaliseur, indiquant la quantité de chaleur solaire reçue par une surface connue pendant un temps voulu. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Lueurs crépusculaires*. Note de M. DE GASPARIN.

« Une circonstance capitale et négligée du phénomène, c'est sa durée. Du 19 novembre 1883 au 24 janvier 1884, c'est-à-dire pendant soixante-dix jours consécutifs, il n'a été interrompu dans le sud-est de la France, au 44e degré de latitude, que par les perturbations atmosphériques ordinaires.

» Je l'ai observé plus de trente fois parfaitement complet dans toutes

ses phases, et l'illumination du 23 janvier 1884 a été aussi splendide que celle du 19 novembre 1883. Je rappelle ces phases.

» Quinze à seize minutes après le coucher apparent du Soleil, au moment où, sous cette latitude, la lecture des caractères ordinaires d'imprimerie commence à être pénible, le ciel s'illumine, la campagne semble éclairée par un immense feu de Bengale, et les caractères se distinguent aussi bien que dans le jour. L'illumination, d'abord dorée, avec prédominance du *jaune*, passe à l'*orange rosé*, et par gradations, au bout de quinze minutes, au *rouge de sang*. Le zénith devenu sombre, une bande rouge de sang persiste au sud-ouest et va s'assombrissant pendant dix minutes environ, en sorte que ce second crépuscule a entièrement disparu quarante minutes après le coucher apparent du Soleil.

» Ainsi : 1° le caractère principal du phénomène est l'illumination non pas subite, mais très rapide, de quinze à seize minutes après le coucher du Soleil ; 2° la circonstance principale est la constance du phénomène, en un lieu donné, pendant soixante-six jours.

» Les observations faites en des lieux différents, les analyses de poussières, les mouvements réguliers ou irréguliers de la couche atmosphérique, etc., doivent être rapprochés de ces faits incontestables pour que l'hypothèse sur les causes réelles ait une valeur sérieuse.

» En tout cas, les habitants de la Provence peuvent se féliciter de ce que leur ciel, ordinairement si agité, ait été choisi pour un aussi long séjour par les poussières volcaniques ou cosmiques qui planent aux limites de l'atmosphère terrestre. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. P. Éthéart adresse, de Port-au-Prince, un Mémoire intitulé : « Partager un nombre entier quelconque en cinq carrés parfaits ».

(Commissaires : MM. Hermite, Bonnet, Bertrand, Bouquet, Jordan.)

M. L. Sandras soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Relation de deux observations de diphtérie grave (croup et angine couenneuse), guérie par les inspirations ou inhalations anti-microbiques d'essence de térébenthine, de goudron, etc. ».

(Commissaires : MM. Vulpian, Paul Bert, Charcot.)

M. F. **Tourneux** prie l'Académie de comprendre parmi les pièces destinées au Concours pour le prix Godard, en 1884, deux Mémoires qu'il a adressés en mai 1883 et qui ont pour titres : « Des cellules interstitielles du testicule » et « Des restes du corps de Wolff chez l'adulte ».

(Renvoi au Concours du prix Godard.)

M. A. **Pel** adresse un Mémoire relatif au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *de Commines de Marsilly*, intitulé : « Les Lois de la matière. Essais de Mécanique moléculaire ».

2° Une Brochure portant pour titre : « Expédition danoise pour l'observation du passage de Vénus, 1882, publiée par ordre du Ministre de l'Instruction publique, par M. *C.-F. Pechüle* ».

3° Le premier Volume des « Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille », publiées aux frais de la Ville de Marseille, sous la direction de M. le Professeur *A.-F. Marion*. (Présenté par M. Alphonse Milne-Edwards.)

4° Une Thèse de M. *A. Pomel*, portant pour titre : « Classification méthodique et générale des Échinides vivants et fossiles ». (Présentée par M. Hébert.)

5° La Livraison 30 et la Livraison 66 de la « Paléontologie française ». « Terrain crétacé : Zoophytes », par M. *de Fromentel*. « Terrain jurassique : Échinodermes réguliers », par M. *G. Cotteau*. (Présentées par M. Hébert.)

6° Un Rapport médical sur les accidents qui ont suivi plusieurs blessures par flèches prétendues empoisonnées, dans les îles du Pacifique ; par M. *Brassac*. (Présenté par M. Larrey.)

ASTRONOMIE. — *Sur un instrument pouvant donner, dans la même lunette, les images de deux astres au moment où ils ont la même hauteur et, de plus, permettant de déterminer, par une seule observation, l'heure sidérale du lieu, la latitude et l'orientation exacte, pour le tour d'horizon.* Note de M. **Ch. Rouget**, présentée par M. F. Perrier.

« Cet instrument, approprié aux observations des trajectoires de même hauteur, que j'ai indiquées dans mes Notes des 3 et 10 janvier 1881 et 17 juillet 1882, comporte essentiellement un miroir vertical monté sur un centre avec niveau et vis calantes : il y a, de plus, une lunette tournant sur le même centre, avec mouvement indépendant et mouvement dans un plan vertical. Elle est placée de telle façon que son axe optique passe toujours par le milieu du bord central vertical du miroir, tandis que l'arête de ce bord se confond avec l'axe de rotation de l'appareil entier : il en résulte que la moitié de l'objectif a vue sur le miroir et l'autre moitié sur le ciel.

» Le principe utilisé est très simple : tout rayon émis traversant la lunette et réfléchi par le miroir dans un azimut quelconque fait, par son prolongement inférieur, le même angle avec le plan horizontal qu'au départ et le plan du miroir est bissecteur des azimuts du rayon émis et du rayon réfléchi.

» Il résulte de ceci que, si deux étoiles, à un moment donné, ont même hauteur au-dessus de l'horizon, il y a une position du miroir où l'on verra leurs images se confondre à la croisée des fils de la lunette; si les étoiles sont de mouvements différents, le phénomène se produit très rapidement.

» En second lieu, le plateau horizontal tournant, qui porte le miroir vertical, a une division azimutale : le plan du miroir passe par le zéro de cette division, à laquelle il est invariablement fixé.

» La lunette est montée sur l'autre cercle concentrique, qui porte le vernier : le zéro de celui-ci est dans le plan vertical d'observation.

» Alors l'angle compris entre le zéro du vernier et le zéro du limbe est égal à la moitié de la différence des azimuts des astres observés, au moment où ils ont la même hauteur : l'angle lu est une *fonction résolue* des inconnues du problème. Je représente cet angle par la notation

$$\tfrac{1}{2}(\mathrm{A}z''l - \mathrm{A}z'l).$$

» Si l'on peut déterminer la distance du zénith du lieu d'observation à l'équateur, comptée sur la trajectoire de même hauteur, le problème susénoncé est résolu : car, en menant le méridien du lieu et appelant M le point où il coupe l'équateur et $T_h$ le nœud de la trajectoire de même hauteur sur l'équateur on a un triangle rectangle $ZMT_h$, dont on connaît l'hypoténuse $ZT_h$ et l'angle aigu $A_h$. Les inconnues sont la latitude $l = ZM$ et la différence d'heure sidérale

$$MT_h = \theta\varepsilon - \theta l = \omega\varepsilon - \omega l.$$

Elles sont données par les équations très simples

$$\sin l = \sin A_h \sin ZT_h,$$
$$\operatorname{tang}(\omega\varepsilon - \omega l) = \cos A h \operatorname{tang} ZT_h.$$

» Or la distance $ZT_h$ se compose de deux parties. Soit $m$ le point milieu de l'arc qui réunit les deux étoiles observées, et par lequel passe à angle droit la trajectoire de même hauteur; on a

$$ZT_h = Zm + mT_h$$

(si le lieu d'observation était situé autrement, ce serait la différence).

» Le grand cercle de jonction des deux étoiles n'est autre chose que la trajectoire de même verticalité. On tire donc du nouveau triangle rectangle $T_v$, $m$, $T_h$, dont les angles aigus sont $180° - A_v$ et $A_h$ :

$$\sin mT_h = \sin\lambda \sin A_v,$$

et, si l'on appelle

$$\tfrac{1}{2}(A z''_\varepsilon - A z'_\varepsilon)$$

la demi-différence des azimuts des astres vus, *au moment du phénomène, du nœud* $T_h$, et $\frac{1}{2}\Delta$ la moitié de l'arc de jonction des deux étoiles,

$$\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}(A z''_\varepsilon - A z'_\varepsilon) = \frac{\operatorname{tang}\frac{1}{2}(D'' - D')}{\operatorname{tang}\frac{1}{2}(D'' + D')} \operatorname{tang} A_h,$$
$$\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}\Delta = \sin mT_h \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}(A z''_\varepsilon - A z'_\varepsilon),$$
$$\sin Zm = \frac{\operatorname{tang}\frac{1}{2}\Delta}{\operatorname{tang}\frac{1}{2}(A z'' l - A z' l)}.$$

» Enfin, pour l'orientation, on fixe l'instrument, sauf le cercle de la lunette, et le zéro de la graduation correspond à l'azimut $\sin A z = -\frac{\cos A_h}{\cos l}$, constante à ajouter à tous les angles relevés sur le tour d'horizon.

» Je ferai observer que le réglage de l'instrument offre de nombreux contrôles, et qu'en croisant les observations dans la même nuit, les erreurs seront en sens inverse, suivant que l'on visera *directement*, soit une étoile ascendante, soit une étoile descendante. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les involutions biquadratiques*. Note de M. C. **Le Paige**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (t. LXXXVII, p. 641, 28 octobre 1878), M. P. Serret a développé une ingénieuse méthode pour obtenir le vingtième élément d'une involution du quatrième ordre et du troisième rang au moyen des dix-neuf autres. Cette méthode a été récemment reproduite dans un intéressant travail de M. Schlesinger (*Math. Ann.*, t. XXII, p. 532).

» De notre côté, nous avons abordé ce problème dans une Communication faite à la Société royale de Prague (*Sitzungsberichte*, 28 janvier 1881).

» Bien que ces procédés puissent être regardés comme satisfaisants, au point de vue théorique, il n'en est plus de même pour certaines applications géométriques.

» La méthode de M. Serret exige notamment que les groupes de quatre éléments soient composés de deux couples, connus séparément. Pour l'application immédiate, elle demande, de plus, que les éléments d'*un* groupe soient tous réels.

» Les premières conditions rappelées sont sans doute toujours vérifiées; mais, si les groupes de quatre éléments sont donnés par des équations du quatrième degré, dont on connaît *a priori* une racine, l'application de la méthode de M. P. Serret exigerait la résolution d'une équation du troisième degré ou la solution du problème géométrique équivalent.

» Notre méthode conduit à des difficultés semblables, bien que deux des groupes seulement doivent être nécessairement séparés en couples au moins. Je me propose de faire connaître une méthode de construction linéaire, les éléments des quatre groupes caractéristiques étant définis par un élément isolé et trois éléments associés.

» Je supposerai, dans ce qui va suivre, que les éléments soient représentés par les points d'une cubique gauche $R_3$.

» *Constructions relatives à une* $I_1^4$. — Une pareille involution est caractérisée par deux quaternes $A_1B_1C_1D_1$, $A_2B_2C_2D_2$.

» Soient $D_1$, $D_2$ les deux points donnés isolément; $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$

sont au contraire définis par les intersections inconnues de $R_3$ et de deux plans $\varpi_1$, $\varpi_2$.

» On se propose de compléter un terne dont on connaît un point $D_3$.

» $\varpi_1$, $\varpi_2$ se coupent suivant une droite $d$. $D_3$ et $d$ déterminent un plan $\alpha$ qui coupe $R_3$ en deux points I, J, situés sur une droite $d'$, facile à construire.

» Menons les plans $D_1 d' \equiv \Pi_1$, $D_2 d' \equiv \Pi_2$, qui coupent respectivement $\varpi_2$ et $\varpi_1$ suivant la droite $l'$, $l$.

» Ces deux droites se coupent et déterminent un plan $\alpha'$. Ce plan $\alpha'$ rencontre $R_3$ aux points cherchés $A_3 B_3 C_3$.

» En effet, $\varpi_1 \Pi_1$, $\varpi_2 \Pi_2$, $\alpha\alpha'$ constituent trois surfaces du second ordre, appartenant à un faisceau, puisqu'elles ont en commun les droites $l$, $l'$, $d$, $d'$.

» Ces surfaces passant toutes par les points I, J, leurs quatre autres intersections appartiennent donc à une $I_1^4$.

» *Constructions relatives à une* $I_2^4$. — Soient $A_i B_i C_i D_i$ $(i = 1, 2, 3)$, les trois groupes fondamentaux caractérisés comme il a été dit précédemment. Nous les désignerons par $G_1, G_2, G_3$. Soient encore $C_4$, $D_4$ deux points d'un groupe qu'il s'agit de compléter.

» Les groupes $G_1, G_2, G_1, G_3$ déterminent chacun une $I_1^4$, dans lesquelles nous cherchons les ternes $A'_4 B'_4 C'_4$, $A''_4 B''_4 C''_4$ correspondant à $D_4$. Ces deux ternes définissent une $I_1^3$, dans laquelle nous cherchons le couple correspondant à $C_4$. Ce couple $A_4 B_4$ est le couple cherché.

» La solution semble exiger que l'on connaisse individuellement $C_4$ et $D_4$; un artifice, que nous n'exposerons pas ici, permet d'appliquer la solution si l'on connaît seulement la bisécante de $R_3$ qui passe par $C_4$, $D_4$.

» *Constructions relatives à une* $I_3^4$. — Soient $A_i B_i C_i D_i$ $(i = 1, 2, 3, 4)$ les quatre groupes fondamentaux $G_1$, $G_2$, $G_3$, $G_4$; $B_5 C_5 D_5$ le terme à compléter.

» $G_1$, $G_2$, $G_3$ déterminent une $I_2^4$, dans laquelle nous cherchons les éléments $A'_5 B'_5$ correspondant à $C_5 D_5$. De même $G_1$, $G_2$, $G_4$ donnent $A''_5 B''_5$.

» Les deux couples $A'_5 B'_5$, $A''_5 B''_5$ définissent une $I_1^2$ dans laquelle il faudra construire l'homologue $A_5$ de $B_5$.

» Cette solution semble exiger que $B_5$, $C_5$, $D_5$ soient définis isolément. On peut néanmoins l'appliquer si $B_5 C_5 D_5$ sont simplement définis par leur plan $\beta$.

» En effet l'$I_3^4$ contient une $I_1^3$ formée de ternes neutres, et caractérisée par une droite $g$ facile à construire.

» Cette droite perce $\beta$ en un point P. Or tout plan qui passe par P rencontre $R_3$ en des points BCD, qui peuvent être substitués à $B_5 C_5 D_5$ pour la recherche de $A_5$ [1].

» Or, si l'on choisit arbitrairement deux points B, C sur $R_3$, le troisième point D se construira linéairement.

» Si l'Académie veut bien nous le permettre, nous montrerons, dans une prochaine Communication, comment cette méthode s'applique à la construction des courbes du quatrième ordre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les courbes définies par les équations différentielles.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 13 février 1882, j'ai étudié les points singuliers des courbes de l'espace définies par les équations

$$\frac{dx}{X} = \frac{dy}{Y} = \frac{dz}{Z}, \tag{1}$$

où X, Y et Z sont des polynômes entiers en $x$, $y$ et $z$. Mais l'étude de ces courbes dans le voisinage d'un point singulier ne nous donnerait qu'une idée imparfaite de leur forme générale. Il est nécessaire d'introduire ici un genre nouveau de considérations.

» Il faut d'abord chercher à reconnaître si, parmi les courbes qui satisfont aux équations (1) et que j'appellerai, pour abréger, les courbes C, il y a des courbes fermées; on y parviendra en appliquant des procédés analogues à ceux que j'ai employés dans ma Note du 23 juillet 1883. Supposons donc qu'on ait trouvé parmi les courbes C une courbe fermée $C_0$, et étudions la forme des courbes C dans le voisinage de $C_0$.

» Prenons pour origine un point de $C_0$; soit $(x, y)$ un point du plan des $xy$ très voisin de cette origine. Par ce point passera une courbe C qui viendra couper de nouveau le plan des $xy$ en un point $(x_1, y_1)$. En général, $x_1$ et $y_1$, qui s'annuleront en même temps que $x$ et $y$, seront des fonctions holomorphes de ces coordonnées initiales, de sorte qu'on aura

$$\begin{cases} x_1 = \alpha x + \beta y + \dots, \\ y_1 = \gamma x + \delta y + \dots \end{cases} \tag{2}$$

(1) Nous avions déjà fait usage d'un artifice semblable dans le cas du troisième ordre. Voir notre Mémoire *Sur les surfaces du troisième ordre* (*Acta mathematica*, t. III, p. 184).

» *Premier cas.* — Si $\alpha\delta - \beta\gamma < 0$, les courbes C qui passent dans le voisinage de $C_0$, après s'être approchées d'abord de cette courbe, finissent par s'en éloigner.

» *Deuxième cas.* — Si $\alpha\delta - \beta\gamma > 0$, $\alpha + \delta \lesseqgtr 0$, on peut construire une surface qui enveloppe $C_0$ et qui ne touche en aucun point aucune des courbes C. C'est une *surface sans contact* qu'une courbe C ne peut traverser qu'une fois. Un point qui décrira la courbe C se rapprochera indéfiniment de la courbe $C_0$.

» *Troisième cas.* — Supposons maintenant $\alpha\delta - \beta\gamma > 0$, $\alpha + \delta = 0$; si une infinité d'autres conditions où entrent les coefficients des termes d'ordre supérieur des développements (2) ne sont pas remplies à la fois, il y a encore une surface sans contact, et l'on retombe sur le cas précédent.

» *Quatrième cas.* — Supposons maintenant que toutes ces conditions, dont je viens de parler, soient remplies à la fois. Il pourra se faire alors qu'il existe une surface S sur laquelle la courbe C reste constamment, et qu'elle remplisse complètement (*überalldicht*).

» *Cinquième cas.* — Mais il peut arriver aussi qu'il n'existe pas de pareille surface, et que les coordonnées $x, y, z$ d'un point de la courbe C puissent croître sans limite. Dans ce cas, la courbe C remplit complètement (*überalldicht*) l'espace tout entier.

» *Sixième cas.* — Enfin il peut se faire que la courbe C ne reste pas constamment sur une surface, mais qu'elle reste constamment à l'*intérieur* d'une certaine surface, de sorte qu'elle remplisse complètement (*überalldicht*) non l'espace tout entier, mais toute une région de l'espace.

» Voyons maintenant comment ce qui précède peut se rattacher à la question de la convergence des séries de M. Lindstedt.

» Nous pourrons écrire les équations de la courbe $C_0$ sous la forme

$$x = \varphi(t), \quad y = \psi(t), \quad z = \theta(t), \tag{3}$$

$\varphi$, $\psi$ et $\theta$ étant des séries ordonnées suivant les sinus et cosinus des multiples de $t$. Posons ensuite, pour une courbe C voisine de $C_0$,

$$x = \varphi(t) + \delta x, \quad y = \psi(t) + \delta y, \quad z = \theta(t) + \delta z;$$

les équations (1) deviendront

$$\frac{d\,\delta x}{dt} = \frac{dX}{dx}\delta x + \frac{dX}{dy}\delta y + \frac{dX}{dz}\delta z + \frac{1}{2}\frac{d^2X}{dx^2}\delta x^2 + \ldots, \tag{4}$$

avec deux équations analogues donnant les valeurs de $\frac{d\,\delta y}{dt}$ et $\frac{d\,\delta z}{dt}$.

» Dans les équations (4), on a remplacé, dans les coefficients $\frac{dX}{dx}$, $\frac{dX}{dy}$, ..., $x$, $y$ et $z$ par leurs valeurs (3). Ces coefficients sont donc des fonctions périodiques de $t$ avec la période $2\pi$, de sorte que les équations (4) sont bien de la forme étudiée par M. Lindstedt.

» Appliquons donc à ces équations la méthode de ce savant. Dans les trois premiers cas, il s'introduira des termes séculaires dans les séries auxquelles on sera conduit, et la méthode ne s'appliquera pas. Dans les trois derniers cas, au contraire, et c'est ce qui arrive en général dans les équations de la Dynamique, il n'y aura jamais de pareil terme, et les séries trigonométriques existeront toujours. Mais, dans le quatrième cas, elles seront convergentes et même uniformément convergentes pour toutes les valeurs de $t$; dans le cinquième cas, elles seront encore convergentes, mais pas uniformément (*gleichmässig*). Dans le sixième cas enfin, elles ne sont plus convergentes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions abéliennes et sur un groupe hyperfuchsien.* Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« On sait que, à côté de nombreuses analogies, la théorie des fonctions $\Theta$ de $p$ variables présente avec la théorie des fonctions $\Theta$ d'une seule variable des différences très sensibles, et celles-ci apparaissent surtout dans les questions relatives à la transformation. Peut-être cependant existe-t-il, pour chaque valeur du nombre $p$, des classes particulières de fonctions $\Theta$, dont l'étude relativement plus simple conduirait à des résultats se rapprochant davantage de ceux que l'on rencontre dans la théorie des fonctions elliptiques. C'est un point qui paraîtra probable, si l'on considère une classe particulière de fonctions $\Theta$ relatives à $p = 3$, que j'ai rencontrée dans une recherche précédente, et dont il m'a paru intéressant de faire une étude plus complète.

» Soit

$$\varphi(m_1, m_2, m_3) = am_1^2 + bm_2^2 + cm_3^2 + 2dm_1m_2 + 2em_2m_3 + 2fm_3m_1$$

la forme quadratique servant à définir les fonctions $\Theta$. Nous particularisons les six coefficients de cette forme en posant (on désigne par $\lambda$ la racine cu-

bique de l'unité $\frac{-1+i\sqrt{3}}{2}$)

$$a = \frac{\lambda^2}{\lambda^2-1}u^2 + \frac{2}{3}(\lambda^2-\lambda)v, \quad b = -\lambda^2, \quad c = \frac{\lambda}{\lambda^2-1}u^2 + \frac{2}{3}(\lambda^2-\lambda)v,$$

$$d = \lambda^2 u, \qquad e = u, \qquad f = \frac{1}{\lambda^2-1}u^2 - \frac{1}{3}(\lambda^2-\lambda)v.$$

$u$ et $v$ sont deux paramètres complexes arbitraires; toutefois, pour la convergence des séries, on devra avoir

$$2v' + u'^2 + u''^2 < 0,$$

si l'on pose

$$u = u' + iu'' \quad \text{et} \quad v = v' + iv'',$$

» A cette classe de fonctions $\Theta$, je fais correspondre le groupe *hyperfuchsien* G, admettant les cinq substitutions fondamentales qui suivent (je me suis arrêté à cette expression pour désigner tout groupe *discontinu* relatif à deux variables indépendantes, dont toutes les substitutions transforment en elle-même une certaine *surface*) :

$$\begin{aligned}
&U = \lambda u, && V = v,\\
&U = \lambda^2 u + (1-\lambda), && V = v + (\lambda-\lambda^2)u - (1-\lambda^2),\\
&U = \lambda^2 u + (1-\lambda^2), && V = v + (1-\lambda^2)u - (1-\lambda^2),\\
&U = \frac{u}{-2\lambda + (\lambda^2-1)v}, && V = \frac{\lambda v + (\lambda^2-1)}{-2\lambda + (\lambda^2-1)v},\\
&U = \frac{(\lambda-\lambda^2)v + \lambda^2 u}{1 + (\lambda^2-1)v + (1-\lambda)u}, && V = \frac{v}{1 + (\lambda^2-1)v + (1-\lambda)u}.
\end{aligned}$$

» La *surface* dont j'ai parlé plus haut est ici

$$2v' + u'^2 + u''^2 = 0.$$

» Je désignerai par

$$(1) \qquad U = \frac{A_1 u + B_1 v + C_1}{A_3 u + B_3 v + C_3}, \quad V = \frac{A_2 u + B_2 v + C_2}{A_3 u + B_3 v + C_3}$$

une substitution quelconque du groupe G.

» Je veux seulement indiquer ici une formule relative à la transformation des fonctions $\Theta$ quand on y remplace $u$ et $v$ par U et V.

» Soit

$$\theta_{(a,b)}(x, y, z)$$

une fonction $\theta$ relative aux systèmes d'indices $(a, b)$ et correspondant aux

valeurs $u$ et $v$; nous représenterons par $\Theta$ la même fonction correspondant à U et V.

» Étant donnée la substitution (1), on pourra trouver trois expressions

$$M_1 x + N_1 y + P_1 z, \quad M_2 x + N_2 y + P_2 z, \quad M_3 x + N_3 y + P_3 z$$

et un polynôme $\psi(x, y, z)$ homogène et du second degré en $x$, $y$ et $z$, tel que l'on ait

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} \theta_{(a,b)}(M_1 x + N_1 y + P_1 z, \\ \qquad M_2 x + N_2 y + P_2 z, \\ \qquad M_3 x + N_3 y + P_3 z) e^{\psi(x,y,z)} = C.\Theta_{(\alpha,\beta)}(x, y, z), \end{array} \right.$$

les indices $(\alpha, \beta)$ étant convenablement choisis en fonction des indices $(a, b)$. C est une constante dont, pour la suite de ces recherches, il était utile d'avoir la valeur. Pour cette détermination, j'ai pu employer une méthode analogue à celle qui a été suivie par M. Hermite dans la question de la transformation du premier ordre des fonctions $\theta$ d'une seule variable (*Journal de Liouville*, 1858). Je multiplie par $dx\,dy\,dz$ les deux membres de l'identité (2), et je prends des deux côtés l'intégrale triple, les limites étant zéro et l'unité pour les trois variables. On arrive, après diverses transformations de calcul, au résultat suivant :

$$C = \frac{\varepsilon}{A_3 u + B_3 v + C_3},$$

$\varepsilon$ désignant une racine douzième de l'unité; ce résultat rappelle celui qui a été obtenu par M. Hermite (*loc. cit.*) dans la théorie des formes en nombre infini des fonctions $\Theta$ d'une seule variable.

» Les fonctions $\theta$, pour les valeurs nulles des arguments $x, y, z$ (en laissant, bien entendu, de côté celles qui sont identiquement nulles), donnent des fonctions intéressantes de $u$ et $v$. Les relations telles que (2), en y faisant $x = y = z = 0$, permettent de trouver ce que deviennent ces fonctions de $u$ et $v$, quand on effectue sur ces variables une substitution du groupe G. Je développerai ces relations dans un travail plus étendu; nous pourrons ainsi exprimer au moyen des fonctions $\theta$ les fonctions hyperfuchsiennes relatives au groupe G, absolument comme on exprime les fonctions modulaires au moyen des fonctions $\theta$ d'une variable. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nombre exact des variations gagnées dans la multiplication par $x - \alpha$.* Note de M. D. ANDRÉ, présentée par M. Hermite.

« J'ai fait connaître, dans une Note récente [1], un théorème qui donne, dans tous les cas et sans aucune exception, le nombre exact des variations perdues dans la multiplication du polynôme entier $f(x)$ par le binôme $x + \alpha$.

» Je viens de trouver un théorème analogue, malheureusement un peu moins simple, qui donne, dans tous les cas aussi et sans aucune exception, le nombre exact des variations gagnées dans la multiplication du polynôme entier $f(x)$ par le binôme $x - \alpha$.

» Ce nouveau théorème repose sur la considération des *trinômes élévateurs,* que l'on peut définir de cette manière : un trinôme élévateur est le groupe que forment les coefficients de trois termes consécutifs du polynôme $f(x)$, lorsque ces coefficients sont tous les trois de même signe et que le carré du coefficient moyen est moindre que le produit des coefficients extrêmes.

» Si l'on désigne par L, M, N les valeurs absolues des coefficients qui constituent un trinôme élévateur, le carré $M^2$ est toujours inférieur au produit LN; et l'on dit que le nombre positif $\alpha$ est compris dans ce trinôme lorsqu'il satisfait à cette double condition

$$\frac{M}{L} \leq \alpha < \frac{N}{M}.$$

» Ainsi définis, les trinômes élévateurs sont, en apparence, identiques aux groupes que j'ai considérés, dans ma précédente Note, sous le nom de *trinômes abaisseurs* de la seconde espèce. En réalité, ils diffèrent de ces derniers par deux particularités essentielles : d'abord, dans le trinôme élévateur (L, M, N), le carré $M^2$ n'atteint jamais le produit LN; ensuite, lorsque le nombre $\alpha$ est compris dans ce même trinôme élévateur, il n'atteint jamais non plus la fraction $\frac{N}{M}$.

» Un trinôme élévateur comprenant $\alpha$ est un trinôme élévateur *superflu,* lorsque ses deux premiers coefficients composent ou terminent une suite de coefficients consécutifs, tous de même signe, formant une progression

[1] Séance du 28 janvier 1884.

géométrique de raison $\alpha$, et précédés immédiatement soit d'une lacune, soit d'un coefficient de signe contraire, soit d'un coefficient de même signe, trop petit en valeur absolue pour faire partie de la progression. Il est évident que ces trinômes élévateurs superflus ne peuvent se rencontrer que dans des cas très rares, tout à fait exceptionnels.

» Quoi qu'il en soit, le théorème qui fait l'objet de la présente Note peut s'énoncer ainsi :

» Théorème. — *Dans la multiplication du polynôme entier $f(x)$ par le binôme $x - \alpha$, où $\alpha$ est positif, il se gagne : autant de couples de variations qu'il y a, dans $f(x)$, de trinômes élévateurs, comprenant $\alpha$ et non superflus; plus, autant de couples de variations qu'il y a, dans $f(x)$, de lacunes présentant une permanence; plus enfin, une variation unique.*

» Comme on le savait, le nombre total des variations gagnées est toujours un nombre impair. On voit, sur cet énoncé, que ce nombre total se compose de trois parties : la première toujours paire, susceptible de s'annuler, et dépendant à la fois de la forme du polynôme $f(x)$ et de la valeur numérique de $\alpha$; la deuxième, toujours paire aussi, susceptible de s'annuler, dépendant de la forme du polynôme $f(x)$, mais non pas de la valeur de $\alpha$; la troisième enfin, constamment égale à l'unité, et ne dépendant ni de la forme de $f(x)$, ni de la valeur de $\alpha$.

» Le théorème qui précède nous donne le moyen de résoudre différents problèmes intéressants; le moyen notamment de déterminer entre quelles limites la valeur numérique de $\alpha$ doit être comprise pour que la multiplication par $x - \alpha$ nous fasse gagner un nombre donné de variations, ou même le plus grand nombre possible de variations.

» Quant à la démonstration de ce théorème, c'est une démonstration un peu longue, mais très simple et absolument directe. Je la donnerai, avec tout le détail nécessaire, dans un Mémoire qui paraîtra bientôt. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la composition de polynômes algébriques qui n'admettent que des diviseurs premiers d'une forme déterminée.* Mémoire de M. Lefébure, présenté par M. Hermite. (Extrait par l'auteur.)

« Il existe des expressions algébriques qui n'admettent que des diviseurs premiers de la forme $Hr_1 + 1$, $r_1$ désignant un nombre premier quelconque; il en est ainsi du polynôme $A^{r_1-1} + A^{r_1-2}B + \ldots + AB^{r_1-2} + B^{r_1-1}$, où A, B sont des nombres entiers quelconques premiers entre eux. Le divi-

seur $r_1$ s'y trouve aussi, si la différence $A - B$ est divisible par $r_1$. J'en ai donné une démonstration dans un précédent Mémoire.

» Je me propose, dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de rechercher, d'une manière générale, des polynômes qui ne contiennent que des diviseurs premiers de l'une quelconque des formes $Hr_1r_2 + 1, Hr_1r_2r_3 + 1, \ldots, Hr_1r_2\ldots r_\rho + 1$, $r_1, r_2, \ldots, r_\rho$ représentant des nombres premiers quelconques en quantité arbitraire.

» J'établis d'abord que l'expression $\dfrac{A^{r_1^{\alpha_1}r_2^{\alpha_2}\ldots r_\rho^{\alpha_\rho}} - B^{r_1^{\alpha_1}r_2^{\alpha_2}\ldots r_\rho^{\alpha_\rho}}}{A - B}$ a pour diviseurs premiers des nombres de la forme $Hr_1 + 1 \ldots Hr_\rho + 1$; $Hr_1r_2 + 1 \ldots$; $Hr_1r_2\ldots r_\rho + 1$, dans lesquels les nombres $r_1, r_2, \ldots, r_\rho$ entrent tous isolément, et dans toutes leurs combinaisons $r$ à $r, \ldots, \rho$ à $\rho$. De plus, parmi ces diviseurs, se trouvent ensemble ou isolément $r_1, r_2, \ldots, r_\rho$, lorsqu'ils divisent la différence $A - B$. J'ai déjà indiqué cette composition des diviseurs dans un précédent Mémoire, mais sans démonstration.

» Je déduis ensuite de l'expression précédente, par des divisions de polynômes, les polynômes qui n'admettent que des nombres premiers de l'une des formes $Hr_1r_2 + 1, \ldots, Hr_1r_2\ldots r_\rho + 1$.

» Ces polynômes, homogènes et symétriques par rapport à A, B, sont du degré $r_1 - 1, r_2 - 1, \ldots, r_\rho - 1$, quand ils sont fonctions d'une seule des lettres $r_1, r_2, \ldots, r_\rho$; ils sont du degré $(r_1 - 1)(r_2 - 1), \ldots$, ou $(r_1 - 1)(r_\rho - 1)$, quand ils sont fonctions de deux des lettres $r_1, r_2, \ldots, r_\rho$; et ainsi de suite; ils sont du degré $(r_1 - 1)(r_2 - 1)\ldots(r_\rho - 1)$ quand ils sont fonctions de $r_1, r_2, \ldots, r_\rho$ lettres.

» J'ai fait sur ces polynômes quelques applications numériques qui servent en même temps de vérification.

» Je considère, en particulier, le cas de deux nombres $r_1, r_2$, et j'arrive à une règle très simple pour former les polynômes dont il s'agit.

» $n$ étant un nombre premier quelconque, on sait qu'il y a une infinité de nombres premiers de la forme $Hn + 1$. Les propositions établies dans ce Mémoire m'ont permis de démontrer qu'il y a une infinité de nombres premiers de la forme $Hn + 1$, $n$ désignant un nombre quelconque *non premier*. »

THERMOCHIMIE. — *Transformation du glyoxal en acide glycolique.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« La préparation du glyoxal pur par la méthode de Debus (oxydation de l'alcool par l'acide azotique) présente de grandes difficultés et donne un rendement très faible. J'ai observé que la plupart de ces inconvénients provenaient de la présence de l'acide sulfureux dans la liqueur finale, cet acide réagissant sur le glyoxal et laissant une matière visqueuse, fortement colorée, qui ne présente aucune garantie de pureté.

» J'ai réussi à préparer ce composé, en substituant l'aldéhyde à l'alcool, d'après les indications de M. Lubavine [1], et en évitant de passer par l'intermédiaire des glyoxal bisulfite de soude et de baryte.

» Le produit brut, provenant de l'action de l'acide azotique sur l'aldéhyde, est évaporé, repris par l'eau et saturé par le carbonate de chaux; la liqueur filtrée est additionnée d'acétate bibasique de plomb, qui permet de précipiter les acides glycolique et glyoxylique; on filtre et l'on précipite exactement la chaux par l'acide oxalique. Les liquides filtrés de nouveau ne contiennent plus que de l'acide acétique et du glyoxal. En évaporant au bain-marie, on obtient une matière amorphe, incolore, qui retient encore de l'acide acétique et de l'eau.

» On peut enlever ces deux impuretés en chauffant le produit pulvérisé dans un courant d'hydrogène à 160°-180°.

» L'analyse donne alors :

| | | Calculé pour $C^4H^2O^4$. |
|---|---|---|
| C | 41,20 | 41,37 |
| H | 3,83 | 3,45 |

» Cependant ce composé contient du glycolide et il est toujours un peu coloré. Il vaut mieux le dessécher dans le vide sans dépasser 120°; le produit retient alors un peu d'eau ($C = 39,38$ pour 100 et $H = 4,07$, soit un peu moins de $\frac{1}{3}$ d'équivalent d'eau), mais il n'y a que des traces du glycolide, et il est complètement incolore.

» Il se dissout lentement à froid dans l'eau; à chaud, la dissolution est plus rapide, mais accompagnée d'une transformation partielle en acide glycolique. Cette fixation d'eau se produit très rapidement à froid en présence d'un alcali. J'ai utilisé cette réaction pour mesurer la chaleur dé-

[1] *Bulletin de la Société chimique de Saint-Pétersbourg;* 1875.

gagée dans le passage de $C^4H^2O^4$ (glyoxal) à $C^4H^4O^6$ (acide glycolique).

» J'ai employé constamment un excès de soude ($1^{éq} = 2^{lit}$), soit $2^{éq}$, soit $3^{éq}$, soit $4^{éq}$ pour $1^{éq}$ de glyoxal.

» Avec $2^{éq}$ de soude j'ai trouvé $+17^{Cal},35$; avec $3^{éq}$, $+18^{Cal},05$; avec $4^{éq}$, $+18^{Cal},00$, à $+10°$.

» Pour avoir la valeur thermique de la réaction

$$C^4H^2O^4\text{ (glyoxal) sol.} + NaO\text{ étendue} = C^4H^3NaO^6\text{ étendu,}$$

il faut retrancher du premier nombre $+0^{Cal},71$, et des deux derniers $+1^{Cal},01$, qui représentent l'action de l'excès de soude sur le glycolate formé (¹). On trouve ainsi $+16^{Cal},64$, $+17^{Cal},04$, $+16^{Cal},99$; moyenne, $+16^{Cal},89$.

» Connaissant la chaleur de dissolution de l'acide glycolique ($-2,76$), et la chaleur de neutralisation de l'acide par la soude étendue ($+13,60$), on en déduit :

$$C^4H^2O^4\text{ (glyoxal) sol.} + H^2O^2\text{ liq.} = C^4H^4O^6\text{ sol.} \ldots\ldots \quad +6^{Cal},05$$
$$C^4H^2O^4\text{ (glyoxal) sol.} + H^2O^2\text{ sol.} = C^4H^4O^6\text{ sol.} \ldots\ldots \quad +4^{Cal},62$$

» Avec le glycolide, j'avais obtenu précédemment (²) :

$$C^4H^2O^4\text{ (glycolide) sol.} + H^2O^2\text{ liq.} = C^4H^4O^6\text{ sol.} \ldots\ldots \quad +1^{Cal},12$$
$$C^4H^2O^4\text{ (glycolide) sol.} + H^2O^2\text{ sol.} = C^4H^4O^6\text{ sol.} \ldots\ldots \quad -0^{Cal},29$$

» Cette comparaison est conforme à la fonction très différente de ces deux isomères, dont l'un est un aldéhyde double, et l'autre un acide anhydre.

» On déduit encore, pour la transformation du glyoxal en glycolide, $+6,05 - 1,12 = +4^{Cal},93$.

» Les nombres précédents ont été vérifiés par l'examen du liquide provenant de la dissolution du glyoxal dans la soude employée; ces liqueurs ont été additionnées successivement de plusieurs équivalents d'acide sulfurique étendu, et l'on a mesuré chaque fois la chaleur dégagée.

» *Premier liquide.* — $1^{éq}$ de glyoxal et $2^{éq}$ de soude. En ajoutant $1^{éq}$ d'acide sulfurique, on a trouvé

$$+15^{Cal},92\ (\text{au lieu de } +15,90 - 0,71 = +15^{Cal},19).$$

Après cette première addition, on a pris le titre alcalin de la liqueur qui

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 712.
(²) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1662.

aurait dû ne contenir que du glycolate neutre et du sulfate neutre de soude; elle contenait $\frac{1}{10}$ d'équivalent de soude libre, ce qui correspond à une transformation incomplète ou à la présence d'une dose d'acide diglycolique correspondante. Un second équivalent d'acide a donné $+ 2^{Cal},18$ (au lieu de $+ 15,90 - 13,60 = + 2^{Cal},30$).

» *Deuxième liquide.* — $1^{éq}$ de glyoxal et $3^{éq}$ de soude. Le premier équivalent d'acide a donné $+ 15^{Cal},99$ (au lieu de $+ 15,90 - 0,30 = + 15^{Cal},60$); le second $+ 15^{Cal},58$ (au lieu de $+ 15,19$); à ce moment le titre alcalin correspondait à $\frac{9}{100}$ d'équivalent de soude libre. Enfin, le troisième équivalent d'acide sulfurique a donné $+ 2^{Cal},38$ (au lieu de $+ 2^{Cal},30$).

» *Troisième liquide.* — $1^{éq}$ de glyoxal et $4^{éq}$ de soude. Les deux premiers équivalents d'acide sulfurique ajoutés ont fourni $+ 15^{Cal},81$ pour chacun (au lieu de $+ 15^{Cal},60$); le troisième $+ 15^{Cal},39$ (au lieu de $+ 15^{Cal},19$). Le titre alcalin indiquait alors la présence de $\frac{8}{100}$ d'équivalent de soude libre. Le dernier équivalent d'acide a donné $+ 2^{Cal},59$ (au lieu de $+ 2^{Cal},30$).

» La présence constante d'une certaine quantité de soude libre avant l'addition du dernier équivalent d'acide indique que le glyoxal se transforme en partie (de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{12}$) en acide diglycolique, ou bien qu'une portion reste inattaquée; toutefois cette cause d'erreur est trop faible pour modifier le sens des résultats obtenus.

» Les nombres précédents expliquent pourquoi le glyoxal se change en acide glycolique au contact de l'eau; à froid, il ne s'en forme que des traces, même au bout d'un temps très long; à chaud, il se produit beaucoup plus rapidement; à 150°, cette transformation peut atteindre le tiers du glyoxal employé, en présence d'un grand excès d'eau.

» Ces faits permettent de se rendre compte des difficultés qu'on rencontre dans la préparation du glyoxal. Lorsqu'on évapore au bain-marie ses dissolutions, il retient encore beaucoup d'eau, et si l'on cherche à l'éliminer en élevant la température jusque vers 160° ou 180°, il se forme d'abord de l'acide glycolique, ce qui dégage $+ 6^{Cal},05$, puis cet acide perd de l'eau pour donner non du glyoxal, mais son isomère le glycolide, dont la production absorbe moins de chaleur, de sorte que le résultat final est la transformation d'une certaine quantité de glyoxal en glycolide, réaction qui dégage $+ 4^{Cal},93$. On peut ainsi, en chauffant à 180°, obtenir un produit dont l'analyse conduit à la formule théorique $C^4H^2O^4$, mais il peut contenir beaucoup de glycolide; il est préférable de chauffer seulement à 120° dans le vide; le glyoxal obtenu retient alors encore un peu d'eau, mais il n'y a que des traces de glycolide et d'acide glycolique; en outre, il est complètement incolore. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation des oxychlorures de mercure.* Note de M. G. **André**, présentée par M. Berthelot.

« Les oxychlorures de mercure sont très nombreux : ils ont été principalement décrits par Millon, Roucher, Grouvelle. J'en ai préparé un certain nombre, pour les étudier au point de vue thermique.

» 1° HgO, HgCl. — Ce composé n'a pas été décrit et je n'ai pu réussir à le préparer par la voie humide. Je l'ai obtenu en chauffant en tube scellé à 300°, pendant six heures, un mélange intimement pulvérisé de $\frac{1}{10}$ d'équivalent d'oxyde rouge de mercure avec un peu plus de $\frac{1}{10}$ d'équivalent de bichlorure, car il se sublime toujours un peu de ce dernier corps à la partie supérieure du tube.

» Le corps ainsi obtenu est rouge brun foncé, d'apparence homogène, facilement décomposé, même par l'eau froide. Il donne avec la potasse de l'oxyde jaune et sa composition a été vérifiée par l'analyse.

» Dissous dans l'acide chlorhydrique, il a donné à 9° :

HgO, HgCl + HCl étendu, dégage.................. $+7^{Cal},0$

» Or, comme on a, à 9° :

HgO + HCl étendu = HgCl dissous, dégage......... $+10^{Cal},2$
HgCl + Eau = HgCl dissous, dégage............... $-1^{Cal},55$

» On en déduit pour l'union de HgO avec HgCl :

HgO + HgCl, dégage.......................... $+1^{Cal},65$

» 2° HgO, HgCl. — Je l'ai obtenu, comme l'indique Millon, en versant à froid $1^{vol}$ d'une solution saturée de bicarbonate de potasse dans $3^{vol}$ d'une solution saturée de bichlorure de mercure, puis agitant. Le précipité rouge pourpre qui se rassemble peu à peu a été recueilli, lavé avec très peu d'eau froide, qui le décompose assez vite, et séché à l'étuve à 100° pendant deux jours, car il retient avec opiniâtreté des traces d'eau.

» L'analyse a donné :

| | Trouvé. | Calculé pour 2HgO, HgCl. |
|---|---|---|
| Cl................................ | 10,08 | 10,09 |
| Hg................................ | 85,25 | 85,34 |

» Ce composé, que j'ai préparé plusieurs fois, peut également avoir une couleur rouge brun.

» Il a donné, à 9° :

2HgO, HgCl + 2HCl étendu, dégage.......... $+15^{Cal},7$

d'où

$$2HgO + HgCl \ldots\ldots + 3^{Cal},15$$

» Un mélange intimement pulvérisé de $\frac{2}{10}$ d'équivalent d'oxyde rouge avec un peu plus de $\frac{1}{10}$ d'équivalent de bichlorure, chauffé à 300° en tube scellé pendant six heures, présente, après ce temps, l'aspect d'un corps rouge brun foncé, facilement altéré par l'eau froide, donnant avec la potasse de l'oxyde jaune de mercure.

» Sa chaleur de dissolution dans HCl étendu est voisine de la précédente et égale à $+15^{Cal},8$, et sa chaleur de formation, à partir de HgO et de HgCl, est égale à $+3^{Cal},05$.

» En versant $1^{vol}$ de dissolution saturée de sublimé dans $1^{vol}$ de bicarbonate de soude saturé, j'ai obtenu un corps rouge-brique qui présente aussi la composition 2HgO, HgCl et dont les eaux mères laissent déposer, quand on les chauffe seulement jusqu'à l'ébullition, un précipité cristallin gris de fer, de la formule 4HgO, HgCl.

» 3° 3HgO, HgCl. — Je m'occuperai ultérieurement de trois de ces composés, qu'on obtient aisément par voie humide, comme l'a indiqué Millon.

» J'ai préparé un corps rouge brun, de cette formule, en chauffant en tube scellé $\frac{3}{10}$ d'équivalent d'oxyde rouge avec $\frac{1}{10}$ d'équivalent de bichlorure. On a :

$$3HgO, HgCl + 3HCl \text{ étendu, dégage} \ldots\ldots + 25^{Cal},1$$

d'où

$$3HgO + HgCl \ldots\ldots + 3^{Cal},95$$

» Ces oxychlorures 3HgO, HgCl, obtenus, soit par voie humide, soit par voie sèche, ne sont que très peu altérés par l'eau froide.

» 4° 4HgO, HgCl. — Les composés de cette formule sont de beaucoup les plus nombreux. J'en ai étudié trois au point de vue thermique :

» 1° On chauffe les eaux mères du composé 2HgO, HgCl, préparé au moyen du bichlorure de mercure et du bicarbonate de potasse, comme je l'ai rappelé plus haut (Millon).

» J'ai observé qu'il était indispensable de s'arrêter dans le chauffage un peu avant l'ébullition; car, si l'on prolonge l'action de la chaleur, le corps gris de fer cristallin qui prend peu à peu naissance, à mesure que l'acide carbonique du bicarbonate se dégage, et qui flotte dans le liquide, se décompose assez promptement, de sorte qu'au bout d'une dizaine de minutes d'ébullition il n'y a plus dans le liquide que de l'oxyde rouge.

» Le corps qui m'a servi aux mesures thermiques possédait la compo-

sition suivante : une fois lavé à l'eau froide et séché à l'étuve à 100°,

| | Trouvé. | Calculé pour $4HgO, HgCl$. |
|---|---|---|
| Cl............. | 5,93 | 6,25 |
| Hg............ | 88,31-88,40 | 88,10 |

J'ai obtenu, à 9° :

$4HgO, HgCl + 4HCl$ étendu, dégage.......... $+ 34^{Cal},32$

d'où

$4HgO + HgCl$, dégage........................ $+ 4^{Cal},93$

» 2° Un corps présentant cette même composition, obtenu par voie sèche, en tube scellé, et d'une couleur gris légèrement rougeâtre, m'a donné, comme chaleur de dissolution dans HCl étendu, $+ 34^{Cal},55$, d'où

$4HgO + HgCl$, dégage........................ $+ 4^{Cal},70$

nombre voisin du précédent.

» 3° J'ai encore obtenu les mêmes nombres avec un oxychlorure amorphe, brun, préparé, comme l'a indiqué Millon, en versant à froid $1^{vol}$ de solution saturée de bichlorure de mercure dans $3^{vol}$ de solution saturée de bicarbonate de potasse.

» Ces trois composés sont très peu altérés par l'eau froide.

» On peut remarquer que la chaleur de formation de ces divers oxychlorures va en croissant de $+ 1^{Cal}$ environ à mesure que la basicité du corps augmente de $1^{éq}$ de HgO, et cela, que le corps soit obtenu par voie humide ou par voie sèche.

» J'ai eu l'occasion de dire récemment que la chaleur de formation des oxychlorures de plomb présentait le même accroissement de $1^{Cal}$ environ à mesure que la basicité augmente de $1^{éq}$ de PbO. Toutefois la chaleur de formation de ces derniers composés est un peu plus forte que celle des composés correspondants du mercure.

» Je ferai, dans un Mémoire plus détaillé, diverses observations relatives à la préparation des corps que je viens de décrire et d'autres dont je ne parle pas ici. »

THERMOCHIMIE. — *Sur le fluorure d'antimoine*. Note de M. **Guntz**, présentée par M. Berthelot.

« L'acide fluorhydrique, même très étendu, jouit de la propriété de dissoudre très rapidement, et à froid, l'oxyde d'antimoine cristallisé ou

amorphe; ces solutions ne sont pas décomposées par l'eau, comme cela arrive pour les autres sels d'antimoine, et, de plus, l'évaporation de ces solutions au bain-marie reproduit le fluorure cristallisé.

» Cette propriété exceptionnelle m'a engagé à étudier, au point de vue thermique, la formation du fluorure d'antimoine cristallisé et sa dissolution soit dans l'eau pure, soit dans des solutions d'acide fluorhydrique.

» 1° *Dissolution dans l'eau.* — Voici les résultats obtenus dans quatre séries d'expériences concordantes vers 13° :

| | | Cal | Chaleurs spécifiques. | |
|---|---|---|---|---|
| $SbFl^3 + 101\,H^2O^2 = SbFl^5$ dissous | .... | $-1,42$ | 0,899 | 0,897 |
| $SbFl^3 + 229\,H^2O^2$ » | ... | $-1,61$ | 0,945 | 0,943 |
| $SbFl^3 + 407\,H^2O^2$ » | ... | $-2,00$ | 0,970 | 0,974 |
| $SbFl^3 + 89\,H^2O^2$ » | ... | $-1,26$ | 0,890 | 0,895 |
| $SbFl^3 + 274\,H^2O^2$ » | ... | $-1,70$ | 0,954 | 0,957 |
| $SbFl^3 + 58\,H^2O^2$ » | ... | $-1,16$ | 0,805 | 0,807 |
| $SbFl^3 + 219\,H^2O^2$ » | ... | $-1,62$ | 0,940 | 0,943 |
| $SbFl^3 + 344\,H^2O^2$ » | ... | $-1,88$ | 0,963 | |
| $SbFl^3 + 111\,H^2O^2$ » | ... | $-1,41$ | | |
| $SbFl^3 + 221\,H^2O^2$ » | ... | $-1,68$ | | |

» Dans chaque série, le premier nombre est obtenu en dissolvant directement le fluorure dans l'eau; les autres se déduisent de la chaleur absorbée par la dilution de la solution obtenue.

» On voit que l'absorption de chaleur augmente avec la dilution et tend vers $-2^{Cal},0$ pour les solutions très étendues. Le fluorure d'antimoine se comporte donc comme un sel stable dans sa dissolution.

» 2° *Chaleur de dissolution du fluorure d'antimoine cristallisé dans des solutions d'acide fluorhydrique.* — On opère comme dans le cas précédent, l'eau pure étant remplacée par une solution étendue d'acide fluorhydrique ($1^{éq} = 2^{kg}$ de solution). Voici mes résultats :

| | | |
|---|---|---|
| $SbFl^3 + 1,358\,(HF + 110\,H^2O^2) = SbFl^3$ dissous | ... | $-0,03$ |
| $SbFl^3 + 2,629$ » | ... | $+0,09$ |
| $SbFl^3 + 4,104$ » | ... | $+0,24$ |
| $SbFl^3 + 2,031$ » | ... | $+0,08$ |
| $SbFl^3 + 4,310$ » | ... | $+0,29$ |
| $SbFl^3 + 6,601$ » | ... | $+0,29$ |

» On voit que, lorsqu'il y a en présence plus de $4^{éq}$ d'acide fluorhydrique

pour $1^{éq}$ de fluorure d'antimoine, une nouvelle dose d'acide ne produit plus d'effet thermique appréciable.

» Ces expériences conduisent à une conclusion plus importante.

» La chaleur dégagée dans la réaction est la somme algébrique de deux effets qui se passent simultanément :

» 1° La chaleur absorbée par la dilution du fluorure;

» 2° L'action de l'acide fluorhydrique sur ce sel.

» Comme, dans cette dernière réaction, il y a un dégagement de chaleur notable $[(+2,00+0,24$ pour $SbFl^3+4,10(HFl+110H^2O^2)]$, on peut en conclure qu'il se forme un fluorhydrate de fluorure d'antimoine. Je n'ai pas réussi à isoler ce composé à l'état de pureté; cependant, en traitant une solution concentrée de fluorure par l'acide fluorhydrique concentré et pur, on obtient un fluorure cristallisé contenant un excès d'acide.

» Il était nécessaire de connaître l'action de doses successives d'acide fluorhydrique sur le fluorure d'antimoine pour déterminer la chaleur de formation de ce sel, la dissolution complète de l'oxyde dans la dose équivalente d'acide étant beaucoup trop lente. En mesurant la chaleur dégagée dans la dissolution de l'oxyde d'antimoine prismatique dans un grand excès d'acide fluorhydrique ($1^{éq}$ dans $2^{kg}$), $7^{éq}$ d'acide pour 1 d'oxyde, ce qui dégage $+10^{Cal},1$ par équivalent d'oxyde, on a les données nécessaires pour mesurer la chaleur de formation du fluorure d'antimoine cristallisé à partir de l'acide fluorhydrique gazeux et de l'oxyde d'antimoine prismatique.

» J'ai trouvé que

$$SbO^3 \text{ sol. prismatique} + 3HFl \text{ gaz} = SbFl^3 \text{ sol.} + 3HO \text{ sol.} \; \ldots\ldots \quad +47^{Cal},8$$

» Cette chaleur de formation explique pourquoi le fluorure d'antimoine n'est pas décomposé par l'eau.

» En effet, d'après M. Berthelot (*Mécanique chimique*, t. II, p. 568), voici la condition nécessaire et suffisante pour que cette décomposition n'ait pas lieu : il faut que l'on ait entre la chaleur de formation du fluorure et de l'oxyde d'antimoine de l'acide fluorhydrique en solution étendue de l'eau l'inégalité suivante.

» Désignons par la notation $(Sb+Fl^3)$ la chaleur de formation du fluorure d'antimoine à partir de l'antimoine métallique et du fluor gazeux, par $(H+Fl)$ celle de l'acide fluorhydrique, par $(Sb+O^3)$ celle de l'oxyde,

$$(Sb+Fl^3) > (Sb+O^3) + 3[(H+Fl)+11,8-34,5]$$

ou bien

$$(Sb+Fl^3) - 3(H+Fl) > (Sb+O^3) + 3(11,8-34,5).$$

» En prenant pour la chaleur de formation de l'oxyde le nombre 84,0 d'après M. Berthelot, ou le nombre de M. Thomsen, 83,7, on trouve que

$$(Sb + Fl^3) - 3(H + Fl) = + 25^{Cal},9,$$
$$(Sb + O^3) + 3(11,8 - 34,5) = + 15^{Cal},6.$$

» Par conséquent, le fluorure d'antimoine ne doit pas être décomposé par l'eau : c'est ce que l'expérience confirme. Au contraire, le chlorure d'antimoine est décomposé par l'eau, parce que sa chaleur de formation ne surpasse pas celle de l'oxyde d'une quantité supérieure à $+4^{Cal},8$ pour chaque équivalent de chlore. La stabilité relative du fluorure d'antimoine en présence de l'eau opposée à la décomposition du chlorure fournit donc une nouvelle vérification des théories thermiques. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de transformation de l'oxyde d'antimoine prismatique en oxyde octaédrique.* Note de M. **Guntz**, présentée par M. Berthelot.

« Les deux modifications cristallographiques de l'oxyde d'antimoine se dissolvant facilement dans l'acide fluorhydrique étendu, j'ai pu déterminer la chaleur dégagée par la transformation d'une modification dans l'autre.

» On sait que, contrairement à l'acide arsénieux pour l'oxyde d'antimoine, la forme la plus stable est la forme prismatique : mes expériences confirment ce résultat.

» En effet, si l'on mesure la chaleur de dissolution dans l'acide fluorhydrique des deux modifications, on trouve qu'elles se dissolvent en dégageant des quantités inégales de chaleur.

| | |
|---|---|
| Pour l'oxyde octaédrique....... | $+ 9^{Cal},5$ |
| » prismatique....... | $+10^{Cal},1$ |

On peut en conclure que la transformation de l'oxyde octaédrique en oxyde prismatique dégage $+0^{Cal},6$.

$$SbO^3 \text{ sol. prismatique} = SbO^3 \text{ sol. octaédrique} \ldots \quad +0^{Cal},6$$

» L'oxyde d'antimoine amorphe paraît se comporter comme l'oxyde prismatique ; car, en se dissolvant dans l'acide fluorhydrique, il dégage la même quantité de chaleur. »

CHIMIE. — *Sur la liquéfaction de l'hydrogène.* Note de M. S. **Wroblewski**, présentée par M. Debray.

« Je demande à l'Académie la permission de lui communiquer une expérience qui complète celles de MM. Cailletet et Raoul Pictet, et prouve que l'hydrogène ne fait pas une exception parmi les gaz liquéfiables.

» Dans un appareil construit tout spécialement pour cette expérience, je comprime l'hydrogène jusqu'à $100^{atm}$, dans un tube en verre, disposé verticalement, d'environ $2^{mm}$ de diamètre extérieur et de $0^{mm},2$ à $0^{mm},4$ de diamètre intérieur. L'appareil permet, à l'aide d'une vis, de faire échapper instantanément dans l'air le gaz comprimé, c'est-à-dire de produire une détente qui est beaucoup plus brusque que celle qu'on peut obtenir à l'aide de l'appareil de M. Cailletet.

» Ayant entouré le tube d'oxygène liquide et l'ayant refroidi par une série d'ébullitions de ce gaz, j'ai vu, au moment de la détente de l'hydrogène, se produire dans le tube une ébullition tout à fait analogue à celle qui a été observée par M. Cailletet sur l'oxygène dans ses expériences de l'année 1882.

» Le phénomène se produit de la même manière à une certaine distance du fond du tube. Il persiste seulement beaucoup moins de temps, il est moins prononcé et il est beaucoup plus difficile à apercevoir.

» La raison de cette dernière difficulté peut être expliquée par la très faible densité de l'hydrogène liquide. MM. Cailletet et Hautefeuille, dans leurs remarquables recherches *Sur la densité de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'azote liquéfiés en présence d'un liquide sans action chimique sur ces corps simples*, ont déduit, pour la densité de l'hydrogène liquide, le nombre 0,033. Puisque la même méthode a fourni, dans les mêmes conditions, le nombre 0,89 pour la densité de l'oxygène, et que ce dernier nombre est en complète concordance avec mes mesures directes, on peut admettre que la densité, désignée par MM. Cailletet et Hautefeuille, pour l'hydrogène, ne s'éloigne pas beaucoup de la réalité. D'un autre côté, l'hydrogène gazeux atteint cette densité 0,033, à basse température, sous des pressions peu considérables. De là résulte la difficulté optique de distinguer les parties liquides des parties gazeuses de l'hydrogène.

» C'est probablement à cette difficulté que je dois attribuer de n'avoir jamais pu reproduire l'expérience de M. Cailletet sur l'hydrogène.

» L'analogie entre le phénomène décrit et ceux que présente l'oxy-

gène permet de supposer que la température nécessaire pour la liquéfaction complète de l'hydrogène n'est pas trop éloignée de celle qu'on peut obtenir à l'aide de l'oxygène bouillant. »

M. Cailletet présente les observations suivantes, relatives à la Communication de M. *Wroblewski :*

« M. Wroblewski, en faisant connaître à l'Académie les intéressants résultats de ses expériences, rappelle qu'il n'a jamais pu obtenir, par la détente de l'hydrogène, le brouillard que j'avais signalé en 1877 comme le signe certain de la condensation de ce gaz.

» Dans mes premiers essais [1], je n'avais rien reconnu de particulier; mais, en reprenant mes expériences au laboratoire de l'École Normale dans des conditions nouvelles et en opérant la détente de l'hydrogène comprimé vers $300^{atm}$, pression bien supérieure à celle que M. Wroblewski a employée depuis, j'avais observé la production d'un brouillard fin et subtil, suspendu dans toute la longueur du tube et qui disparaissait subitement.

» La production de ce brouillard, malgré son extrême rareté, avait semblé être la preuve manifeste de la condensation de l'hydrogène à MM. Boussingault, Berthelot, Sainte-Claire Deville, qui avaient bien voulu alors m'autoriser à invoquer leur témoignage.

» La liquéfaction de l'hydrogène, que M. Wroblewski vient de réaliser si heureusement, confirme ce que j'annonçais récemment à l'Académie en lui présentant la description d'un appareil continu qui doit permettre d'obtenir, par la détente d'un volume limité d'éthylène, de grandes quantités d'oxygène liquide, que je devais utiliser pour arriver à la condensation de l'hydrogène [2].

» J'avais déjà obtenu, dès l'année 1882, la liquéfaction de l'oxygène dans les conditions où M. Wroblewski vient de liquéfier l'hydrogène [3], et j'avais reconnu qu'en détendant l'oxygène gazeux comprimé et refroidi

---

[1] *Sur la condensation des gaz réputés incoercibles* (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 1270).

[2] *Sur la production des températures très basses au moyen d'un appareil continu* (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1115).

[3] *Sur l'emploi des gaz liquéfiés, et en particulier de l'éthylène pour la production des basses températures* (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1224).

dans l'éthylène bouillant sous la pression atmosphérique, il se produit, à une certaine distance du fond du tube, une ébullition tumultueuse qui persiste pendant un certain temps.

» C'est aussi avec l'éthylène liquide que MM. Hautefeuille et Chappuis ont pu obtenir un froid suffisant pour condenser, sous forme d'un liquide bleu foncé, l'ozone, qui n'avait pu être liquéfié avec l'acide carbonique et le protoxyde d'azote.

» C'est enfin en se servant de l'éthylène et des appareils que j'employais à l'École Normale que M. Wroblewski a liquéfié l'oxygène dont il s'est servi comme corps réfrigérant pour liquéfier l'hydrogène.

» M. Wroblewski a reconnu que la détente de l'hydrogène condensé donne lieu à une ébullition tumultueuse, mais moins durable que celle que j'avais constatée dans mes expériences sur l'oxygène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un cas d'isomérie du camphre chloronitré.* Note de M. P. **Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie au mois de février 1883, nous avons décrit la préparation du camphre chloronitré, sous l'influence de l'acide nitrique fumant, aux dépens du camphre monochloré normal. Il suffit de traiter ce dernier corps par quatre fois son poids d'acide nitrique fumant, de précipiter par l'eau, de laver à l'eau, puis à l'ammoniaque, et de faire cristalliser dans l'alcool. Nous disions que l'alcool mère de cette cristallisation soumis au froid se prend en une masse indistinctement cristallisée, constituée probablement par un dérivé chloronitré isomère [1].

» Nous sommes parvenu à purifier ce corps en l'essorant, le faisant bouillir à plusieurs reprises avec de l'alcool chargé d'ammoniaque et le faisant recristalliser dans l'alcool froid.

» L'analyse donne alors des chiffres constants :

| | Expérience. | Théorie $C^{10}H^{14}Cl(AzO^2)O$. |
|---|---|---|
| C | 51,32 | 51,83 |
| H | 6,21 | 6,04 |
| Cl | 15,92 | 15,33 |
| Az | 5,91 | 6,04 |

[1] *Bulletin de la Société chimique*, 1883, t. XXXIX, p. 503.

» Ce camphre chloronitré est d'une grande blancheur. Il possède une odeur de nature camphrée et une saveur amère aromatique, qui rappelle les caractères de son congénère. Il cristallise indistinctement à l'œil nu. Au microscope, on reconnaît des arborescences terminées en massues.

» Ce corps est mou, se masse sous le pilon. Le corps normal est dur et peut se pulvériser.

» Il est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool froid et dans l'éther. La solution éthérée donne par évaporation une solution sirupeuse, qui finit par abandonner une masse cristalloïde mal définie. Le camphre chloronitré normal, au contraire, se dissout mal dans l'alcool froid et cristallise au sein de l'éther en prismes volumineux.

» Le corps isomère est dextrogyre,

$$[a]_j = + 17^\circ.$$

» Le corps normal est lévogyre,

$$[a]_j = - 6^\circ,2.$$

» Le corps isomère fond à 83° en un liquide incolore. Au-dessous de 200°, il se décompose assez vivement, avec dégagement de vapeurs acides, et laisse un résidu charbonneux.

» Sous les influences hydrogénantes, le camphre chloronitré isomère donne du camphre nitré comme son congénère.

» Ce cas d'isomérie du camphre chloronitré est essentiellement comparable à ceux que nous avons signalés dans la formation des camphres mono- et deutochloré normaux accompagnés chacun d'un isomère, se distinguant par sa grande solubilité dans l'alcool et son caractère cristallin, aussi bien que par un pouvoir rotatoire et par un point de fusion différents.

» Postérieurement à nos découvertes des camphres mono- et deutochlorés, normaux et isomères, et des camphres chloronitrés, MM. Robert Schiff et J. Puliti ont publié un Mémoire sur la préparation du camphre monochloré et des dérivés chloronitrés [1]. Nous tenons, à cette occasion, à faire valoir notre priorité et à nous réserver absolument cette étude dans la voie que nous avons tracée, et qui doit nous permettre d'obtenir des produits de substitutions plus avancés. »

---

[1] R. Schiff et Puliti, *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. XVI, p. 887.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur les organes segmentaires et le podocyste des embryons de Limaciens.* Note de M. S. JOURDAIN, présentée par M. Robin.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des observations sur deux points de l'histoire embryogénique des Limaciens, que, pour mieux fixer les idées, je fais précéder de quelques notions sur l'embryon de ces Pulmonés.

» Lorsque s'est produite l'invagination de l'ectoderme qui doit donner naissance au vestibule digestif et à son ouverture externe, on voit apparaître un épaississement du mésoderme ou plaque soléaire, qui détermine la face inférieure ou ventrale du corps; puis, latéralement, deux autres plaques qu'on peut nommer *labio-tentaculaires,* du nom des parties qui en dériveront. De bonne heure, sur la face dorsale, on remarque une saillie hémisphérique, qui ne tarde pas à devenir très volumineuse et que je propose de nommer *gibbosité prépalléale.* En effet, elle est placée en avant de la plaque palléale, qu'elle semble repousser et relever comme le couvercle d'une boîte à charnière. La gibbosité prépallélale est constituée par un noyau central de matière granuleuse, véritable vitellus postembryonnaire, qui paraît destiné à suppléer à l'insuffisance du vitellus primitif, qui est très petit. Ce noyau vitellin est recouvert d'une couche mésodermique dont les plans profonds forment un stratum de cellules ou même d'alvéoles plus ou moins régulières, rendues polygonales par pression latérale réciproque.

» L'organe segmentaire, dont je vais parler tout d'abord, a déjà été aperçu, par Gegenbaur en particulier, qui ne semble pas toutefois en avoir saisi la véritable nature, non plus que la structure exacte. L'anatomiste allemand l'appelle *Nornicre.*

» Cet organe est pair. Il consiste en un tube recourbé en siphon, à convexité supérieure ou dorsale, placé au-dessous de la couche exodermique et sur les parties latérales inférieures de la gibbosité prépalléale. Il est formé d'une membrane de soutien tapissée par une couche de cellules polygonales, contenant un gros noyau granuleux, brun verdâtre chez la *Limax agrestis,* et dont la face interne possède des cils vibratiles très fins. Ce tube est ouvert à ses deux extrémités. En arrière, il débouche au dehors par un orifice évasé en entonnoir, pratiqué au devant du bord palléal. En avant, il débouche au milieu du lacis mésodermique qui revêt la cavité générale, un peu en arrière et au-dessous de la plaque tentaculaire.

» Il est important d'ajouter que cet organe n'a aucune relation avec le rein définitif, qui se développe d'une manière indépendante, sous la calotte palléale.

» Je pense que cette description suffit à légitimer la dénomination d'*organe segmentaire* que je propose pour cet organe transitoire, qui se retrouve, avec des modifications, chez beaucoup de Gastéropodes et peut-être même chez tous.

» Je ne suis point encore fixé sur la destinée ultérieure de l'organe segmentaire, dont on pourrait bien retrouver des vestiges chez l'adulte.

» En arrière de la calotte palléale, s'étend la partie postérieure du corps, formée chez l'embryon de mésoderme revêtu d'un mince exoderme finement cilié, mésoderme au milieu duquel se creuse la cavité générale, par une sorte de délamination.

» Cette loge postérieure de l'enveloppe somatique se prolonge en un appendice contractile, de forme et de dimensions variables suivant les espèces, et que, pour abréger, je nommerai le *podocyste*. Dans l'embryon de *Limax agrestis*, il demeure court et en forme de pompon, tandis que, dans l'*Arion rufus*, il est très allongé, cylindrique et enroulé en spirale. Les parois sont constituées par un stratum de cellules mésodermiques à gros noyau nucléolé, entouré d'un protoplasma contractile, irrégulièrement étoilé et dont les branches s'unissent les unes aux autres. Extérieurement se voit un exoderme finement cilié. Le liquide de la cavité générale remplit le podocyste, qui est le siége de mouvements de diastole et de systole, en vertu desquels le liquide passe de la cavité générale dans sa propre cavité, et réciproquement.

» Quelque temps avant l'éclosion, le podocyste se résorbe et, quand la jeune Limace sort de l'œuf, il n'en reste plus de traces.

» Quel est le rôle de cet organe embryonnaire? Il est important de remarquer qu'il est en contact immédiat avec la face interne de la coque, sur laquelle il est promené d'un mouvement continu par la rotation de l'embryon, due elle-même aux cils vibratils que possède ce dernier. Le podocyste se trouve donc dans les conditions les plus favorables pour servir aux échanges osmotiques nécessaires entre le liquide sanguin et l'air ambiant.

» D'autre part, il est en rapport immédiat avec la réserve alimentaire albumineuse que doit utiliser l'embryon.

» Il est donc légitime de penser que le podocyste représente, au point de vue fonctionnel, mais à ce point de vue seulement, l'allantoïde des Ver-

tébrés supérieurs, c'est-à-dire qu'il sert tout à la fois à l'osmose nutritive et respiratoire.

» On a prétendu que la gibbosité prépalléale était également un sac contractile, antagoniste du podocyste. Quand les contractions de ce dernier sont énergiques, on voit, en effet, le tissu mésodermique de la gibbosité s'élever et s'affaisser alternativement. Mais ces mouvements ne sont pas localisés dans cette partie : quand le podocyste se contracte, tous les tissus mésodermiques se distendent; seulement, à cause de leur structure plus lâche dans la gibbosité, les mouvements de dilatation et d'affaissement y sont plus accusés et plus visibles. »

GÉOLOGIE. — *Gisement tongrien de Longjumeau (Seine-et-Oise).* Note de M. **Stan. Meunier.**

« Comme suite aux observations que j'ai présentées déjà sur le terrain tongrien des environs de Paris [1], je crois devoir signaler une coupe en ce moment visible à Longjumeau. Je dois tous mes remercîments à M. A. Laville pour le relevé exact qu'il a bien voulu m'en fournir.

» Ouverte entièrement dans la masse inférieure des sables de Fontainebleau, cette excavation est située sur le bord de la route de Paris, à $100^m$ environ du pont du chemin de fer de Grande-Ceinture. Elle donne la superposition de couches que voici :

| | | m |
|---|---|---|
| 8. | Terre végétale. | |
| 7. | Sable jaune sans fossiles | 0,50 |
| 6. | Marne sableuse micacée verdâtre sans fossiles | 3,50 |
| 5. | Sable jaune sans fossiles | 0,50 |
| 4. | Petite zone de sable, rouge par places, renfermant des rognons de fer hydraté et une grande quantité de dents de Squales, de Myliobates, etc | 0,40 |
| 3. | Sable micacé jaune verdâtre, très coquillier, avec *Halitherium* à la partie supérieure | 1,80 |
| 2. | Sable blanc sans fossiles, avec quelques galets quelquefois recouverts de Balanes | 0,70 |
| 1. | Sable blanc très coquillier | 1 |

» Parmi les coquilles les plus abondantes sont des espèces très caracté-

[1] *Comptes rendus*, séance du 6 octobre 1879; *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. III, p. 235, Pl. XIII et XIV.

ristiques de la faune de Jeurre, à commencer par *Ostræa cyathula, Cytheræa incrassata, Avicula Stampinensis, Lucina Heberti, Dentalium Kickxii, Cerithium plicatum,* etc. Avec ces débris se trouvent des pinces de Crustacés décapodes et des valves de Balanes, ainsi que des côtes d'*Halitherium Guettardi.*

» Mais ce qui rend surtout intéressante la localité que je signale, c'est l'abondance des restes de Poissons ganoïdes et placoïdes, *Lepidotus* (fragments de mâchoires et dents), *Myliobates,* et spécialement des Squalides. L'un de ces derniers me paraît n'avoir pas encore été cité dans le bassin parisien : c'est un *Carcharodon,* dont le gisement de Longjumeau a fourni une dent très bien conservée et d'une dimension qui contraste avec celle des autres « Glossopètres » du même terrain. Elle mesure $0^m,061$ de longueur et $0^m,053$ de largeur; ses caractères concordent avec la figure donnée par Agassiz du *Carcharodon productus* recueilli à Alzey; mais il ne faut pas oublier que la détermination de ces Poissons est toujours difficile, à cause de leur variabilité.

» En tout cas, il m'a paru utile d'appeler de ce côté l'attention des géologues. »

GÉOLOGIE et PALÉONTOLOGIE. — *Sur quelques formations d'eau douce tertiaires d'Algérie.* Note de M. **Ph. Thomas**, présentée par M. A. Gaudry.

« J'ai observé, entre la plupart des ridements tertiaires de l'Atlas algérien, une série de formations d'eau douce que je considère comme des épiphénomènes de chacun de ses grands soulèvements.

» *a.* Les plus anciennes de ces formations sont d'âge *éocène* et se trouvent placées sur l'horizon des marnes à *Ostrea multicostata :* telles sont celle de la vallée d'El Kantara, au sud de Batna, et celle du massif des monts Fatah, au sud de Boghar (département d'Alger). Cette dernière est caractérisée par des débris de *Paludines* et par une grosse *Hélice* d'espèce nouvelle.

» *b.* Plus haut dans la série géologique, au-dessus des marnes miocènes à *Ostrea crassissima,* on rencontre une formation lacustre bien développée dans les environs de Constantine, où elle prend les caractères d'un ensemble de transition *mio-pliocène* dont le terme inférieur, déjà bien connu des géologues, occupe le bassin de l'oued Smendou, l'un des affluents du Rummel *en aval* de Constantine. L'argile inférieure des dépôts du Smendou renferme les énormes Unios et Anodontes décrits par Coquand (*U. Dubocqui* et *A. Smendovensis*), auxquels mes recherches personnelles ont ajouté

quelques Hélices, ainsi que la grande et curieuse Mélanopside décrite par Tournouër sous le nom de *M. Thomasi*. Dans les marnes lignitifères supérieures à *Flabellaria Lamanonis* (Coquand) et à *Mastodon* (P. Gervais), j'ai recueilli quelques ossements d'une grande *Antilope* et d'innombrables *Limnées, Planorbes, Paludines, Bithynies, Mélanopsides, Ancyles* et *Cypris*, qui sont encore à déterminer.

» Au-dessus de l'horizon des lignites, sur les deux rives du Rummel *en amont* de Constantine, on rencontre une formation lacustre analogue à la précédente et, comme elle, fortement imprégnée de gypse cristallin. Elle contient une faune spéciale, caractérisée par ces nombreuses et bizarres Hélices dentées, autrefois décrites par Crosse (*H. semperiana, desoudiniana, subsenilis, Bulimus Jobæ*, etc.). J'ai ajouté à cette faune une *Férussacie*, quelques petites *Hélices* non dentées et plusieurs débris indéterminables de *Pachydermes* et de *Ruminants*. Ce même horizon se retrouve sur la lisière nord du Sahara avec *Helix Tissoti* (Bayan), et dans les environs de Tlemcen (département d'Oran) avec *Helix Bleicheri* (Tournouër).

» *c*. Au-dessus de ces formations, vient un étage calcaire épais de 100$^m$, où l'on trouve, en même temps que des formes miocènes, des formes plus récentes, telles que le *Bulimus Bavouxi* (Coquand), très semblable au *B. decollatus* (L.), deux Hélices que je n'ai pu différencier d'espèces encore vivantes dans la même localité (*H. pyramidata* et *H. Constantinæ*, Forbes), et un petit Planorbe très voisin du *P. rotundatus* actuel. Aux fossiles précédents, répandus dans toute l'épaisseur de ces dépôts, se joignent quelques formes de transition, parmi lesquelles je citerai deux Hélices, dont l'une rappelle dans ses formes générales l'*H. Vanvinquiæ* (Crosse) mio-pliocène, tandis que l'autre n'est qu'une variété, à bord columellaire simple et arrondi, de l'*H. semperiana* (Crosse), une sorte de *subsemperiana* dentée à sa commissure externe, mais dont le bord columellaire n'est pas échancré comme celui de la variété typique mio-pliocène. Je vois dans cette variété pliocène de l'*H. semperiana* un passage du type mio-pliocène à une forme actuellement très répandue dans toute la région lusitanienne : l'*H. candidissima* (L.). Enfin, les travertins pliocènes du plateau d'Aïn-el Bey, près de Constantine, m'ont fourni quelques ossements de Vertébrés, parmi lesquels j'ai pu reconnaître, avec l'aide de M. Gaudry : 1° un Sanglier que je nomme *Sus phacochæroides*, à cause des caractères mixtes de sa dentition indiquant une tendance marquée vers le type actuel des Phacochères ; 2° un Hippopotame indéterminé ; 3° un Hipparion semblable à la variété grêle de l'*H. gracile* du mont Léberon.

» *d.* Un ravinement profond de toutes les formations précédentes a clos la période si longue des calcaires lacustres; les grands fleuves qui ont produit cette dénudation ont charrié et déposé sur de vastes espaces leurs limons, leurs galets et leurs arènes; ils semblent avoir escaladé toutes les pentes de l'Atlas par leurs coupures transversales, où s'accrochent les quelques lambeaux que le phénomène diluvien quaternaire a laissé subsister. Ces dépôts fluviatiles terminent la série des formations d'eau douce tertiaires, et ils semblent correspondre chronologiquement à notre Saint-Prestien d'Europe. Ils sont très développés dans le Sahara, où ils se terminent par les couches à *Cardium edule;* sur le littoral, ils ont un faciès fluvio-marin ou d'estuaire; dans le Tell, ils se développent surtout le long de cette grande ligne de *chotts* qui s'étend du nord-est de la Tunisie au sud-est de l'Atlas oranais. Ceux qui reposent sur la formation précédente, aux environs de Constantine, sont constitués à leur base par un limon argileux, à la surface duquel on trouve souvent, soit des détritus végétaux transformés en oxyde de fer hydraté, soit des concrétions limoneuses, ovoïdes, contenant souvent à leur centre des fossiles brisés des formations précédentes : *Melanopsis Thomasi, Helix subsenilis, Bulimus Bavouxi,* etc. Au-dessus de ce limon vient un conglomérat gréseux très ferrugineux, passant graduellement à des couches gréso-sableuses qui ont l'apparence de dunes nivelées. Le conglomérat contient une intéressante faunule où dominent un Unio et une Néritine voisine de la *N. fluviatilis* actuelle, ainsi que de nombreux ossements de Mammifères, parmi lesquels je citerai : 1° un grand Singe ayant quelques analogies avec *Cynocephalus porcarius* actuel, du Cap; 2° le *Bubalus antiquus* (Duvern.), buffle jusqu'ici spécial aux alluvions quaternaires récentes d'Algérie; 3° une grande Antilope appartenant au groupe des *Palæoreas,* créé par M. Gaudry, et que je dédie à ce savant paléontologiste sous le nom de *P. Gaudryi;* 4° une autre grande Antilope remarquable par ses cornes très divergentes, longues, fortes, cylindriques et bizarrement incurvées en avant, que je dédie à la mémoire du savant et regretté géologue R. Tournouër, sous le nom de *A. Tournoueri;* 5° une Gazelle que je nomme *G. atlantica,* à cornes plus droites, plus petites et plus comprimées que celles des espèces connues; 6° un Hippopotame intermédiaire entre *H. major* et *H. amphibus,* mais différent d'*H. hipponensis* (Gaudry) de la même époque; 7° un Hipparion semblant n'être qu'une variété de l'*H. gracile* (Kaup) du miocène d'Europe; 8° un Cheval paraissant identique à l'*Equus Stenonis* du pliocène d'Europe; 9° un Éléphant, que

M. Gaudry croit être l'*E. meridionalis* (Nesti); 10° un *Rhinoceros* indéterminé. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence de l'oxygène sous pression augmentée sur la culture du* Bacillus anthracis. Note de M. J. **Wosnessenski**, présentée par M. Paul Bert.

« M. Paul Bert a démontré que l'oxygène comprimé à $20^{atm}$, $40^{atm}$ tue le protoplasma du *Bacillus anthracis* du sang et détruit ainsi le virus charbonneux. Ne pouvait-on compter obtenir, non pas la mort, mais seulement la diminution de la virulence de cet agent infectieux, en employant des pressions moindres, comme celles de $2^{atm}$, $4^{atm}$, $6^{atm}$? Cette question a été laissée en suspens par M. Chauveau dans un beau travail sur le rôle de l'oxygène et de la chaleur dans l'atténuation des virus. Il m'a confié le soin de l'étudier.

» Mes expériences ont consisté en cultures de *Bacillus anthracis* sous des conditions variées de température et de pression d'air. Les cultures ont été faites dans les petits matras ordinaires, garnis de bouillon de poule stérilisé, en couche épaisse ou en couche mince, représentant l'une $18^{gr}$ à $20^{gr}$ de liquide, l'autre $5^{gr}$ à $7^{gr}$ seulement. On ensemençait ce liquide, tantôt avec du sang de cobaye récemment mort, tantôt avec les spores d'une culture active. Les matras étaient fermés dans un appareil à compression que l'on plaçait dans le thermostat. Suivant le résultat à atteindre, on refoulait soit de l'air, soit de l'oxygène pur, de manière à obtenir, pour ce dernier gaz, la tension voulue.

» Je vais commencer par faire connaître l'influence de la pression augmentée à la température *eugénésique*.

» A la température + 35° environ, toutes les cultures se développent bien, quelle que soit la semence, quand la pression d'air s'élève à $3^{atm}$, $5^{atm}$, $6^{atm}$, $10^{atm}$ et même $13^{atm}$. Les matras restés sous cette pression pendant trois, six, neuf, douze jours se montrent toujours troubles. Mais une grande différence existe entre ceux qui sont garnis d'une couche épaisse de bouillon et ceux qui n'en contiennent qu'une couche mince. Dans les derniers matras (couche mince), il se développe de bonne heure une très grande quantité de superbes spores libres, qui tombent au fond du vase. Dans les premiers matras (couche épaisse), le liquide reste uniformément trouble; il tient en suspension du mycélium fragmenté, tantôt homogène,

tantôt pourvu de spores; celles-ci sont d'abord très rares à l'état libre; le nombre de ces spores libres augmente avec le temps, tout en restant bien inférieur, même au bout de douze jours, à ce qu'il est, dès le quatrième jour, dans les matras à couche mince.

» Éprouvés par l'inoculation, ces liquides se montrent très virulents. Ils tuent les cobayes en trente-six heures. Ceux des matras à couche mince sont tout particulièrement actifs, car les cobayes inoculés avec ces liquides meurent trois, cinq et même huit heures plus tôt que les autres.

» Ainsi l'oxygène sous pression modérée, loin d'atténuer les cultures de *Bacillus anthracis*, semble plutôt en augmenter la virulence. Mais, si les pressions d'air dépassent $13^{atm}$ et $15^{atm}$, c'est le contraire qui arrive. On reproduit alors les faits de M. Paul Bert. Toutes les cultures soumises à ces pressions supérieures restent parfaitement claires; il ne s'y montre aucun développement. Lorsque l'ensemencement a eu lieu avec les bacilles du sang, non seulement ceux-ci ne se multiplient pas, mais ils sont tués très rapidement. Si la semence a été fournie par des spores, celles-ci ne se développent pas mieux, il est vrai, que les bacilles du sang; mais elles ne périssent pas. On s'en assure en replaçant sous la pression normale, à la même température $+ 35°$, les matras gardés pendant deux, trois, six jours sous la pression de $15^{atm}$ à $25^{atm}$ d'air.

» Voyons maintenant ce qui survient dans le cas où l'on fait agir les pressions augmentées simultanément avec une température dysgénésique, celle de 42°-43°, qui a été employée par M. Chauveau dans ses recherches sur l'action atténuante de la chaleur. Dans cette deuxième série d'expériences, on n'a opéré que sur des cultures ensemencées avec du sang charbonneux frais, et l'on a écarté les fortes pressions capables d'empêcher tout développement. Même on s'est astreint à ne pas dépasser les pressions de $3^{atm}$, $4^{atm}$, $5^{atm}$ et $6^{atm}$ d'air, afin de rester sûrement dans les limites compatibles avec la conservation de l'aptitude prolifique. Dans ces conditions, le développement, quoique entravé, s'effectue toujours. Ici encore, on trouve, entre les matras à couche épaisse et ceux à couche mince de bouillon, de très grandes différences. Dans les premiers, le liquide est uniformément trouble; dans les seconds, il est clair et tient en suspension d'assez gros flocons. Dans les premiers, le liquide contient du mycélium fragmenté en filaments courts à protoplasma tout à fait homogène, ou d'aspect granuleux. Dans les seconds, les flocons sont formés de très longs filaments entrelacés, tous granuleux, avec d'intéressantes particularités que le défaut d'espace m'empêche de décrire.

» De grandes différences existent aussi, sous le rapport de la virulence, entre les cultures en couche épaisse et les cultures en couche mince de bouillon. Laissées jusqu'à douze jours dans le thermostat à $+42^\circ$-$43^\circ$, sous la pression de 4 à $6^{atm}$, les premières cultures sont encore virulentes et tuent les vieux cobayes dans l'espace de quarante-deux, quarante-huit heures. Mais les mêmes cultures en couche mince perdent toute virulence en quatre à six jours; après être restées ce temps dans le thermostat, elles ne sont plus capables de tuer même les jeunes cobayes. Cependant ces cultures ne sont pas mortes; car, quand on les replace dans des conditions eugénésiques, au point de vue de la température et de la pression, elles reprennent leur évolution et finissent par donner de véritables spores. Ces cultures remises en train, soit à la première, soit à la deuxième génération, ont été beaucoup étudiées par moi. J'y ai retrouvé toutes les propriétés atténuées décrites par M. Chauveau dans les cultures analogues, dont la préparation initiale avait été faite à la pression normale ou sous pression diminuée.

» Une troisième et dernière série d'expériences a été consacrée à l'étude de l'influence de la pression augmentée sur l'action atténuante du chauffage rapide. On sait que les cultures restées pendant vingt heures à la température $+42^\circ$, $43^\circ$ perdent toute virulence si on les chauffe pendant trois heures à la température $+47^\circ$-$48^\circ$, sous la pression normale. Or le même chauffage, exécuté sous la pression de $20^{atm}$ d'air, n'atténue l'agent infectieux que d'une manière très incomplète, car les cobayes inoculés avec les liquides qui avaient subi ce chauffage sont morts cinquante-six heures environ après l'inoculation.

» D'après ces expériences, on peut établir les conclusions suivantes :

» 1° M. Paul Bert a eu raison de considérer l'oxygène à très haute tension comme un poison mortel pour le protoplasma du *Bacillus anthracis*.

» 2° Néanmoins, l'augmentation graduelle de la tension de l'oxygène n'amène pas graduellement à la perte de la vitalité du microbe. Pendant une première période et avant que la tension de l'oxygène atteigne $3^{atm}$ ($15^{atm}$ d'air), le microbe résiste mieux qu'avec la tension normale, beaucoup mieux surtout qu'avec la tension diminuée, à l'action atténuante de la chaleur.

» 3° Suivant que les cultures sous pression augmentée se font en couche épaisse ou en couche mince, les résultats qu'elles donnent varient d'une manière remarquable : la culture en couche mince accentue toujours l'influence exercée par les autres conditions ambiantes. Ainsi, à la température

eugénésique + 35°-38°, le développement est plus rapide, plus complet et la virulence plus prononcée que dans les cultures en couche épaisse, comme l'a déjà établi M. Chauveau pour les pressions normales. Au contraire, à la température dysgénésique de + 42°-43°, les cultures en couche mince sont plus entravées dans leur développement et deviennent plus complètement inoffensives. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la cause des lueurs crépusculaires de* 1883. Note de M. G. **Tissandier.**

« L'intensité et la persistance des lueurs crépusculaires observées en un grand nombre de localités dans les derniers mois de l'année 1883 ont dû faire chercher une cause exceptionnelle à ce phénomène anormal, et plusieurs observateurs ont trouvé, dans les poussières volcaniques qui ont dû être disséminées dans les hautes régions de l'air à la suite de la grande éruption du détroit de la Sonde, une explication de ces remarquables colorations.

» Un grand nombre de faits ont confirmé cette appréciation. Cependant, dans la séance de l'Académie du 21 janvier 1884, M. Angot a rappelé que de semblables lueurs crépusculaires avaient été observées en 1831 sur une étendue considérable, pendant un espace de temps prolongé, et l'auteur ajoute, en faisant allusion aux hypothèses dont nous venons de parler : « On doit rejeter dorénavant celles qui, bonnes pour l'hiver 1883-1884, ne conviendraient pas à l'été de 1881. »

» Nous allons montrer que les circonstances atmosphériques en 1831 ont été en tous points semblables à celles de 1883. Dans les premiers jours de juillet 1831, une éruption volcanique très considérable a eu lieu dans la mer de Sicile, entre les côtes calcaires de Sciacca et l'île volcanique de Pantellaria. Une île nouvelle, l'île Julia, qui devait disparaître plus tard, surgit tout à coup du sein de la mer, au milieu d'une éruption de feu et de torrents de cendres. Arago, dans son *Astronomie populaire,* t. III, p. 124 et suivantes, rappelle l'histoire de ce grand événement géologique.

» M. Constant Prévost fut envoyé par l'Académie des Sciences pour étudier la formation de l'île nouvelle. Le prince Pignatelli lui assura que dès les premiers jours de l'apparition, le 10 et le 11 juillet, la colonne qui s'élevait du centre de l'île brillait la nuit d'une lumière continue et très vive, « comme le bouquet d'un feu d'artifice ».

» Au commencement d'août, une immense colonne de poussière s'éle-

vait dans l'atmosphère et répandait une vive lumière. Le 5 du même mois, l'observateur dit textuellement : « Une poussière impalpable entraînée par les vents tombait en abondance. »

» Cette éruption dura plusieurs mois. Or les crépuscules colorés de 1831 eurent lieu dès les premiers jours d'août, peu de temps après le début du phénomène volcanique, et, comme on peut le lire dans le *Cours de Météorologie* de Kaemtz, l'état du crépuscule fut remarqué à Odessa, en Allemagne, à Rome, à Gênes, à Madrid, c'est-à-dire dans une zone immense, dont le cratère de la mer de Sicile était le centre.

» On voit que les crépuscules colorés de 1831, comme ceux de 1883, ont été précédés par des phénomènes volcaniques qui ont lancé dans l'atmosphère des torrents de produits gazeux et de fines poussières. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les lueurs crépusculaires de ces derniers mois.* Note de M. **Perrotin**, présentée par M. Faye.

« Dans la Note concernant les crépuscules colorés de ces derniers temps, qui a paru dans les *Comptes rendus*, M. Angot combat, en définitive, la théorie volcanique, en partant de ce fait que déjà, en 1831, des phénomènes semblables avaient été observés et que Kaemtz, qui les signale, a pu les expliquer sans faire intervenir des causes extraordinaires, cosmiques ou autres, et en admettant tout simplement un état particulier de la vapeur d'eau dans l'atmosphère. Il n'est peut-être pas sans intérêt de rapprocher de ces crépuscules de septembre 1831 le passage suivant du t. XII (Mélanges) des *OEuvres d'Arago*. On lit (p. 239 de ce volume) :

« 1831, 10 et 11 août, la Barbade. — Il y eut, pendant un ouragan extrêmement violent, plusieurs secousses accompagnées d'effets électriques. Il se produisit en même temps une éruption volcanique. On évalue à 3000 le nombre des individus qui ont péri sous les décombres. »

» Les crépuscules observés en Europe les 24, 25 et 26 septembre 1831 pourraient bien avoir été causés par les poussières de l'éruption de la Barbade apportées en Europe par les courants atmosphériques.

» Dans tous les cas, les crépuscules de 1831 ne prouvent rien contre la théorie volcanique; ils viennent plutôt l'appuyer. »

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 28 janvier 1884.

*Catalogue des Cartes, Plans et autres Ouvrages composant le fonds du Dépôt général de la guerre (service géographique de l'armée).* 1884. Paris, Imp. nationale, 1884; in-8°.

*Victor Puiseux, Esquisse biographique; par* Ph. Gilbert. Bruxelles, A. Vromant, 1884; br. in-8°. (Extrait de la *Revue des questions scientifiques.*) Présenté par M. d'Abbadie.)

*Mémoires de la Société d'émulation du Doubs;* 5e série, t. VII, 1882. Besançon, imp. Dodivers, 1883; in-8°.

*Monographie des Isoeteæ; par* L. Motelay et Vendryès. Bordeaux, J. Durand, 1884; in-8°. (Renvoi au Concours Thore 1884.)

*Factor table for the sixth million, containing the least factor of every number not divisible by* 2, 3 *or* 5 *between* 5000000 *and* 6000000; *by* J. Glaisher. London, Taylor and Francis, 1883; in-4° relié.

*Astronomical and meteorological observations made during the year* 1879 *at the United States naval Observatory.* Washington, government printing office, 1883; in-4° relié.

*Second annual Report of the United States geological Survey to the Secretary of the interior,* 1880-81; *by* J.-W. Powel, director. Washington, government printing office, 1882; gr. in-8° relié.

*United States geological Survey, J.-W. Powel director. Tertiary history of the grand canon district with Atlas; by* Clarence E. Lutton. Washington, government printing office, 1882; in-4°, avec atlas in-f°.

*Saturated steam the motive power in volcanoes and Earthquakes; great importance of electricity; by* R.-A. Peacock. London, Spon, 1882; in-8° relié.

*Bulletin of the United States fish commission,* 1881-1882. Washington, government printing office, 1882-1883; 2 vol in-8° relié.

### Ouvrages reçus dans la séance du 4 février 1884.

*Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet* 1844, *publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce;* t. XXVI (1re et 2e Parties). Paris, Imp. nationale, 1883; 2 vol. in-4°.

*Observatoire de Paris. Rapport adressé au Conseil, dans sa séance de janvier*

1884, *sur la nécessité de la création d'une succursale de l'Observatoire en dehors de la ville; par* M. le contre-amiral Mouchez, Directeur de l'Observatoire. Paris, Gauthier-Villars, 1884; br. in-4°.

*Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille, publiées aux frais de la ville, sous la direction de M. le prof.* A.-F. Marion. *Zoologie. Travaux du laboratoire de Zoologie marine;* t. I (1re et 2e Parties). Marseille, typogr. J. Cayer, 1882-1883; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

*Les lois de la matière. Essais de Mécanique moléculaire; par* L.-J.-A. de Commines de Marsilly. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-4°.

*Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes de mouvement relatif; par* Ph. Gilbert. Bruxelles, F. Hayez, 1883; in-8°. (Extrait des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles.*)

*Démonstration simplifiée des formules de Fourier; par* Ph. Gilbert. Bruxelles, F. Hayez, 1883; br. in-8°.

*Paléontologie française ou description des fossiles de la France;* 1re série : *Animaux invertébrés. Terrain crétacé,* liv. 30. *Terrain jurassique,* liv. 66. Paris, G. Masson, 1884; 2 liv. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

*Nouvelle-Calédonie et dépendances. Rapport médical sur les accidents qui ont suivi plusieurs blessures par flèches prétendues empoisonnées dans les îles du Pacifique, etc.* Nouméa, imp. du Gouvernement, 1883; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

*Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris; par* M. A. Pomel. 1re Thèse : *Classification méthodique et genera des Echinides vivants et fossiles.* 2e Thèse : *Contribution à la classification méthodique des Crucifères.* Alger, typogr. A. Jourdan, 1883; in-4°. (Présentées par M. Hébert.)

*Expédition danoise pour l'observation du passage de Vénus* 1882. *Publié par ordre du Ministère de l'Instruction publique; par* C.-F. Pechüle. Copenhague, imp. Schultz, 1883; br. in-8°.

*Chemins de fer et tramways à câbles sans locomotives ni chevaux, etc.; par* Fr. Devooght. Anvers, Demeyer-Dumercy, 1884; br. in-8°.

*Note sur l'établissement de la carte au* $\frac{1}{2000000}$ *de la région comprise entre le Touat et Tombouktou, publiée par ordre de M. Tirman, gouverneur général civil de l'Algérie.* Alger, imp. Cheniaux-Franville, 1883; in-8°.

*Essai sur le Calcul infinitésimal; par* A.-E. Pellet. Clermont, typogr. Thibaud, sans date; br. in-8°.

*Die Ausgrabungen zu Szeged-Othalom in Ungarn, etc.; von* Joseph E. von Zenhossek. Budapest, 1884; in-4° cartonné.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 FÉVRIER 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Note sur la loi de Faraday;* par M. **Ad. Wurtz.**

« J'ai fait observer, dans ma dernière Note, que, dans l'interprétation de la loi de Faraday, ce n'est *pas* la notion des poids atomiques qui doit intervenir, mais bien la notion de *valence,* et que les quantités de métaux qui se déposent au pôle négatif, dans le cas de l'électrolyse de sels à métaux plurivalents, ne répondent nullement aux *équivalents* ordinairement adoptés. Dans l'électrolyse du chlorure cuivreux, pour 35,5 de chlore mis en liberté au pôle positif, il se dépose au pôle négatif 63,5 de cuivre : ce n'est pas l'équivalent du cuivre. Dans l'électrolyse du chlorure de bismuth il se dépose 70 de bismuth : ce n'est pas l'équivalent du bismuth, etc.

» M. Berthelot n'y contredit pas; il semble donc inutile de prolonger cette discussion et, si mon savant ami préfère se servir, dans l'interpré-

tation de la loi de Faraday, des équivalents fixés il y a quarante ans et qui, dans le cas des éléments plurivalents, ne représentent pas des quantités réellement équivalentes, c'est une affaire de convenance personnelle : je n'ai rien à y objecter. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les petits tremblements de terre;* par M. D'ABBADIE.

« Depuis plusieurs années j'observe les petits mouvements de la verticale et du sol à Abbadia, près de Hendaye. Mon appareil consiste en un cône tronqué de béton, construit loin des murs dans l'intérieur de mon observatoire, large de $1^m,80$ en haut et dont la pente est d'un dixième de sa hauteur. A l'exception d'un diaphragme vers son milieu et d'une voûte de $60^{cm}$ qui le termine, l'axe de ce cône est un vide large de $1^m$ et prolongé jusqu'à la profondeur de $2^m$ dans le rocher qui sert de fondation. A la surface de la troncature on a placé, sur un trou central, une croisée de fils de platine fixes et maintenus dans le champ d'un microscope muni d'un micromètre. A plus de $12^m$ en contre-bas est un bassin de mercure surmonté d'une lentille large de $12^{cm}$, qui sert à renvoyer dans le plan des fils leur image réfléchie à la surface du miroir métallique dont l'horizontalité fait ressortir les petits mouvements de la verticale autour de l'axe du cône. Cette lentille est placée à demeure, de manière à laisser dans le champ du microscope un intervalle notable entre la croisée des fils et son image. L'observation, faite au moins deux fois par jour, consiste à mesurer, en divers azimuts, la distance entre la croisée des fils et son image, après avoir nettoyé le mercure, en le faisant passer par le petit trou d'un réservoir, pour laisser ce métal s'étaler dans un récipient de bois rainé. Le registre d'observations a des colonnes spéciales pour noter les distances mesurées dans trois azimuts normaux, le baromètre, le thermomètre, etc., et enfin l'état de l'image. L'explication qui précède était nécessaire pour faire apprécier à sa juste valeur la coïncidence suivante.

» Ayant appris par un journal que le 27 décembre dernier, entre $5^h$ et $6^h$ du matin, on avait ressenti un séisme à Ainhoa, qui est à $20^{km}$ environ à l'est-sud-est d'Abbadia, et sachant que mon aide observait vers $6^h$, je lui ai demandé quel était alors l'état de l'image. Elle avait disparu à $6^h 15^m$ du matin et il fallut renoncer aux mesures habituelles des distances. Le soir du même jour, à $6^h 10^m$, l'image était visible, mais mauvaise. Jusqu'à

preuve contraire, j'attribue l'état défectueux de cette image à des mouvements du sol et du mercure, trop petits pour être aperçus autrement; elle disparaîtrait enfin quand ils deviennent plus forts. J'ai eu quelques occasions de constater ce phénomène : entre autres, le 5 du mois dernier, l'image cessa subitement de se montrer pendant qu'on l'observait.

» Il restait à savoir au juste ce qu'on avait noté à Ainhoa : je m'y adressai à M. Haran, et il m'écrit que le 27 décembre on a senti trois secousses de la terre, entre minuit et $1^h$ du matin, *quelques minutes après* $6^h$, et enfin vers $8^h$, toujours dans la même matinée. On peut donc présumer que le deuxième séisme, inaperçu d'ailleurs à Abbadia hors de mon appareil, y avait perdu sa force en s'éloignant du lieu d'origine. Quoi qu'il en soit, il est bien à désirer qu'on établisse en France, au moins dans les stations météorologiques, des séismographes tels qu'on les emploie en Italie. Ils fourniraient des observations pour arriver à connaître les causes, encore si mystérieuses, des tremblements de terre. »

COSMOLOGIE. — *Météorite tombée à Grossliebenthal, près d'Odessa, le 7/19 novembre* 1881. Note de M. **Daubrée.**

« En m'offrant pour le Muséum un échantillon d'une météorite tombée le 7/19 novembre 1881, non loin d'Odessa, M. Romulus Prendel a bien voulu me communiquer quelques détails sur cette chute qui, sans sa vigilance, eût sans doute été complètement perdue.

» Entre $6^h$ et $7^h$ du matin, les habitants d'Odessa virent passer au-dessus de la ville un *serpent de feu* extrêmement lumineux. Supposant que cette apparition coïncidait avec une chute de météorites, M. Prendel annonça par la voie du journal qu'il donnerait une forte récompense à la personne qui la lui apporterait.

» Il est inutile de dire qu'il y eut affluence de personnes et de matériaux terrestres de toutes sortes; mais, trois jours après, l'instituteur de Grossliebenthal répondit réellement à son appel. Un cultivateur de la commune, que le phénomène avait effrayé au point de lui faire perdre connaissance, avait, en effet, trouvé, en hersant son champ, un trou de $0^m,35$ au fond duquel il aperçut une pierre noire dont ses connaissances lui firent soupçonner la nature et dont il ne voulait pas parler aux voisins, de crainte de susciter leurs moqueries. Cette pierre, qui pesait plus de $8^{kg}$, avait une forme grossièrement polyédrique.

» En outre, au même moment, à $42^{km}$ au nord-est d'Odessa, près de la station de poste Sitschawska, une météorite tomba sur le sol en blessant un postillon; elle fut bientôt brisée et dispersée chez les paysans, qui s'en disputaient les fragments, comme autant de talismans.

» D'autre part, à la même heure, à Elisabethgrad, qui est à $265^{km}$ au nord-nord-est d'Odessa, on vit une trajectoire lumineuse peu inclinée à l'horizon, qui paraissait se diriger vers le sud-sud-ouest.

» Le rapprochement de cette dernière direction avec les deux chutes qui ont eu lieu sur le même alignement montre, approximativement, quelle était la direction du bolide.

» La météorite de Grossliebenthal est une sporadosidère oligosidère. Par ses caractères extérieurs, comme par sa structure microscopique, elle offre tous les caractères du type de la météorite tombée à Lucé (Sarthe), le 13 septembre 1768, type qui est déjà représenté dans la collection du Muséum d'Histoire naturelle par cinquante-quatre chutes distinctes dont les produits sont identiques entre eux. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Actinomètre totaliseur absolu.* Note de M. **G.-A. Hirn.**

« Cet instrument repose sur le principe du condenseur à grande surface des machines à vapeur : *une vapeur saturée, contenue dans un récipient fermé, se met à la tension qui répond à la température minima des parois de l'enceinte.* Voici comment ce principe se trouve utilisé au cas particulier.

» Concevons un alambic dont la cucurbite est exposée au Soleil et dont au contraire le serpentin et le récepteur du liquide à distiller se trouvent placés à l'ombre, mais en plein air d'ailleurs. Mettons dans la cucurbite un liquide volatil : de l'eau, de l'alcool, de l'éther sulfurique, du sulfure de carbone.... Nous verrons tout à l'heure lequel il faut choisir. Faisons le vide dans l'appareil de façon qu'il ne contienne plus que la vapeur qu'engendre le liquide. Que va-t-il se passer? Supposons d'abord le ciel complètement couvert, de telle sorte que tout l'appareil soit dans l'air, à une même température. Le liquide restera tel quel, dans la cucurbite; aucune distillation, aucune condensation au réfrigérant ne se manifestera. Dès que le ciel se découvrira, dès que les rayons solaires frapperont la cucurbite, la chaleur absorbée par les parois, au lieu d'*échauffer* le liquide, au lieu d'en élever la température, le fera bouillir à la tension qui répond

à la température minima de l'appareil, à celle du réfrigérant et du réservoir placés à l'ombre. Si la surface de ces derniers est suffisante pour que la chaleur sans cesse apportée se disperse rapidement dans l'air ambiant, la température de tout l'appareil deviendra promptement stationnaire et ne sera que fort peu supérieure à celle que marquera un thermomètre placé à l'ombre, à côté du réfrigérant.

» La quantité de chaleur solaire reçue dans l'unité de temps par les parois de la cucurbite sera donc presque rigoureusement proportionnelle à la quantité de liquide condensée dans l'unité de temps aussi. A l'aide des équations de Regnault, concernant la chaleur totale d'évaporation des liquides à pression constante, on pourra donc calculer rigoureusement la chaleur solaire absorbée par une surface connue, sans avoir pour ainsi dire à recourir à aucune correction concernant les pertes accessoires, la masse de liquide et du métal, etc., etc.

» Telle est la disposition en quelque sorte théorique de l'actinomètre totaliseur ; voyons comment il peut recevoir une forme pratique, expérimentale, telle que ses indications soient sûres et, de plus, faciles à relever.

» I. La cucurbite consiste en un tube de cuivre mince de $0^{m},6$ de longueur et de $0^{m},1$ de diamètre. Ce tube, fermé par le bas et terminé en haut en cône, est dirigé parallèlement à l'axe de la terre, d'où il résulte que, pendant le cours d'une journée, les rayons solaires frappent la périphérie à peu près sous le même angle. A partir de $0^{m},4$ au-dessus du fond inférieur, le tube est *protégé* contre les rayons solaires, de telle sorte que le niveau du liquide dépasse toujours notablement la partie qui reçoit la chaleur solaire; il est d'ailleurs tenu de façon à être libre en tous sens; il est peint en noir de fumée mat, de façon que la chaleur perdue par réflexion soit réduite au minimum. A la pointe du cône supérieur est soudé un tube d'étain, d'un petit diamètre, qui d'abord monte en pente raide, puis descend régulièrement, pour aboutir au serpentin. Ce tube est, autant que possible, exposé partout à la radiation solaire, de façon qu'il ne s'y opère aucune condensation.

II. Le serpentin ou condenseur est placé à l'ombre en un lieu de l'observatoire où un thermomètre indiquerait à coup sûr la température effective de l'air; il consiste en un tube de cuivre de $0^{m},05$ de diamètre, de $6^{m},5$ de longueur, enroulé régulièrement en hélice de $0^{m},5$ de diamètre, à pas assez rapide. On voit que la surface rafraîchissante est de $1^{mq},022$, et par suite 25,5 fois celle de la cucurbite ($0^{mq},04$) exposée au soleil.

» III. L'extrémité inférieure du serpentin, coudée verticalement, se termine par un cône auquel est mastiqué un tube de cristal, divisé en volumes égaux sur une hauteur de $0^{m},8$. Au bas de ce tube de cristal est mastiqué un cône auquel est soudé un second tube d'étain qui se rend au bas de la cucurbite et qui est muni d'un robinet. La partie inférieure du tube de cristal est plus élevée que la partie supérieure de la cucurbite, de sorte que, quand on ouvre le robinet, le liquide condensé retourne à son point de départ.

» IV. Le choix du liquide employé n'est pas indifférent. L'eau ne peut convenir, par trois raisons : 1° en hiver, elle empêcherait l'instrument de fonctionner par suite de la gelée; 2° elle ne mouillerait pas toujours les parois du serpentin, avec quelque soin qu'on les nettoyât, et l'écoulement au récipient se ferait par saccades; 3° enfin, sa chaleur d'évaporation étant très grande, il n'en distillerait que très peu dans l'unité de temps, même par des radiations solaires très intenses. D'un autre côté, l'éther sulfurique s'altère, comme on sait, à la longue; et les expériences de Regnault montrent que l'alcool suit une loi d'évaporation très irrégulière. Parmi les liquides bien étudiés, les deux seuls qui m'aient semblé à l'abri de ces divers inconvénients sont le sulfure et le bichlorure de carbone. Je me suis arrêté au premier à cause de sa plus grande volatilité, quoique le mastiquage du verre au cuivre présente des difficultés réelles avec un liquide qui dissout presque toutes les résines.

» V. D'après Regnault, la loi d'évaporation du sulfure est

$$q = 90 + 0,14601t - 0,0004123t^2.$$

A 35°, il faut donc $94,6 - 90 = 4^{c},6$ de plus pour évaporer $1^{kg}$ de ce corps qu'à zéro. Quoique faible en elle-même, cette différence ne pourrait être négligée : il importe donc de connaître tout au moins la température moyenne à laquelle se fait la distillation dans l'actinomètre. Cette température se détermine avec la plus grande précision à l'aide d'un manomètre à mercure adapté en n'importe quel point de l'instrument. Ce manomètre, en effet, en nous faisant connaître la tension de la vapeur, nous en fait connaître aussi la température.

» VI. Malgré l'énorme surface relative du serpentin ou condenseur, il est impossible que la température ne s'y élève pas un peu au-dessus de celle de l'air ambiant, quand l'atmosphère est bien pure. Un thermomètre

placé à l'ombre à côté du rafraîchissoir est donc utile pour permettre de faire les légères corrections que nécessite ce surcroît de température.

» VII. J'ai dit que l'axe de la cornue cylindrique est placé parallèlement à celui de la Terre, de façon que l'angle suivant lequel les rayons solaires frappent la surface soit à peu près constant pendant le cours d'une journée. Si nous désignons par $\Theta$ la déclinaison moyenne du Soleil pour chaque jour, par L la longueur de la partie exposée au soleil et par D le diamètre du cylindre, on a pour la valeur de la surface éclairée

$$S = DL \cos \Theta,$$

et, comme le métal est peint en noir tout à fait mat, on peut, sans commettre une grande erreur, admettre que cette surface calculée équivaut à une surface plane réelle de même valeur; en d'autres termes, on peut admettre que la quantité de chaleur réfléchie, et *perdue pour la mesure,* est sensiblement nulle.

» L'usage de notre actinomètre est des plus simples. Désignons par V le volume du liquide (sulfure de carbone) qui se condense en un temps T dans le tube de cristal, par $\Delta$ sa densité à zéro, par Q la quantité de chaleur absorbée par unité de temps et par unité de surface; on a visiblement

$$\frac{V\Delta q}{ST} = Q + c,$$

$q$ étant la chaleur totale d'évaporation et $c$ étant la correction relative aux quantités de chaleur que perd ou gagne l'appareil par suite de la différence de température de la cucurbite avec celle de l'air ambiant. Cette quantité, en tous cas très petite, si l'instrument est bien exposé et si la surface du réfrigérant est assez grande, est aisée à déterminer chaque jour. Il suffit pour cela, à un moment voulu, de couvrir la cucurbite convenablement, de façon à la mettre complètement à l'abri des rayons solaires, et de vérifier ce qui distille de liquide en un temps donné, dans ces nouvelles conditions; et puis en même temps d'observer de combien la tension de la vapeur diminue dans le même temps.

» Je pense n'avoir pas à entrer dans d'autres détails, quant à l'emploi de cet appareil. Il est visible qu'il peut servir à volonté à déterminer les quantités de chaleur solaire absorbées, soit en une seule minute, soit pendant toute une journée.

» L'instrument que j'ai construit et installé dans mon observatoire fonctionne jusqu'ici à mon entière satisfaction. Je n'en donnerai toutefois les résultats numériques que quand je me serai assuré qu'ils sont réellement dignes de confiance. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Relevé des coups de foudre observés en France pendant le premier semestre de l'année* 1883, communiqué par M. le **Ministre des Postes et des Télégraphes.**

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

« La Conférence internationale des unités électriques, réunie à Paris en octobre 1882, a exprimé le vœu qu'un système d'observation des effets produits par la foudre fût organisé dans les divers pays, et que l'on précisât la nature des éléments qui devraient être pris en considération dans l'étude des cas signalés. Suivant ces indications, il a été établi, par les soins des membres français de la Conférence, un modèle de questionnaire qui a été distribué, sur tous les points du territoire français, aux agents du Ministère des Postes et des Télégraphes, ainsi qu'à ceux des autres Départements ministériels et des Compagnies de chemins de fer qui ont bien voulu donner leur concours.

» L'enquête, ouverte en janvier 1883, a porté jusqu'à ce jour sur plusieurs centaines de coups de foudre, sans parler des décharges observées sur les lignes télégraphiques qui ont été l'objet d'une étude distincte.

» Conformément à un désir exprimé par M. Hervé Mangon, j'ai fait établir pour l'année 1883 un relevé, par ordre chronologique, des coups observés en dehors des lignes télégraphiques, avec la statistique des personnes ou des animaux tués ou atteints, et l'indication sommaire des objets frappés et de la nature des dégâts produits. J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie la première partie de ce travail, embrassant la période du 1er janvier au 30 juin.

» Des instructions sont données pour que les questionnaires eux-mêmes soient communiqués aux membres de l'Académie qui désireraient connaître, d'une manière plus circonstanciée, les détails des phénomènes signalés.

# COUPS DE FOUDRE OBSERVÉS EN FRANCE

## PENDANT LE PREMIER SEMESTRE DE L'ANNÉE 1883.

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | MOIS DE |
| 9..... | 5h 45m s. | Dienné. | Vienne. | 〃 | 1 homme. | 〃 | 〃 |
| | | | | | | | MOIS DE |
| | | | | | | | *Néant.* |
| | | | | | | | MOIS DE |
| 9..... | 9.30 m. | Hyères. | Var. | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 9..... | 2 m. | Tourrettes. | Var. | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 22..... | 11.50 m. | Mollèges. | Bouches du-Rhône. | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 27..... | 1.55 s. | Sermentot. | Calvados. | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| | | | | | | | MOIS |
| 13..... | 4 s. | Orthez. | Basses-Pyrénées. | 〃 | Plus. pers. | 〃 | 〃 |
| 13..... | 1 m. | Aignan. | Gers. | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 19..... | 2 s. | Le Perthus. | Pyrénées-Orientales. | 〃 | 3 soldats. | 〃 | 〃 |
| 23..... | 4 s. | Lalande de Cubzac. | Gironde. | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| | | | | | | | MOIS DE |
| 1..... | 6 s. | Solesmes. | Sarthe. | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 3..... | 9.40 s. | Mirambeau. | Charente-Inférieure. | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 4..... | 3 s. | Amiens. | Somme. | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 4..... | 5 s. | Moutier-Roseille. | Creuse. | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 5..... | 2 s. | Tulle. | Corrèze. | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 7..... | 9 s. | Saint-Maurice. | Creuse. | 〃 | 〃 | 6 bêtes à cornes | 〃 |
| 8..... | 8.15 m. | Villers-Bretonneux. | Somme. | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 8..... | 1 s. | Lachaux. | Puy-de-Dôme. | 〃 | 〃 | 2 chevaux | 1 cheval |



| DATES. | OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGATS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|
| JANVIER 1883. | |
| 9 | Fond dénudé d'arbres. La personne atteinte portait un parapluie ouvert dont les baleines métalliques ont divisé la décharge. Plusieurs coups successifs. Pluie. |
| FÉVRIER 1883. | |
| *Néant.* | |
| MARS. | |
| 9 | Phare de l'îlot du Grand Ribaut, terminé par une coupole en cuivre sans paratonnerre. Dégâts divers. 2 coups successifs. Grêle. Coup de foudre le même jour à 6h soir sur l'autre point culminant de l'île. |
| 9 | Une minoterie élevée de 6m, située près d'une autre la dominant de 10m, a été complètement brûlée. Pluie abondante. |
| 22 | La maison la plus élevée du village, entourée d'un platane et d'autres maisons, a été frappée. Vitres brisées, pierres déplacées. Pluie et grêle. |
| 27 | Un chêne très élevé, situé près d'une habitation, à 7km de Villers-Bocage, a été dépouillé de ses branches. La tige a été en partie morcelée. Grêle. |
| D'AVRIL. | |
| 13..... | Peupliers de 4 à 7m dans un terrain de culture. Plusieurs personnes ont reçu des commotions. Coups répétés. Ni pluie, ni vent. |
| 13..... | Girouette à l'angle sud d'un château sur un mamelon sans arbres. Mur percé. Six chambres parcourues. Commencement d'incendie. Légère pluie. |
| 19..... | Cloche sur le toit du fort de Bellegarde. 3 soldats renversés, dont l'un tenait le fil métallique de la cloche. Pluie. |
| 23..... | Maison isolée en pays plat et sablonneux, hauteur 5m. La foudre entrée par la cheminée serait sortie par la porte sans dégâts. |
| DE MAI. | |
| 1..... | Maison de garde-barrière isolée (chemin de fer de la Flèche à Sablé), sur le haut d'une colline, frappée en deux points. Forte pluie avec grêle. |
| 3..... | Girouette d'un moulin à vent de 12m isolé. Murs lézardés; mécanismes en bois bouleversés. Pluie abondante. |
| 4..... | Peuplier d'Italie de 15 à 18m faisant partie de la plantation qui borde chaque rive du canal. Pluie forte. |
| 4..... | Bâtiment en bois, couvert en paille, contenant des fourrages, incendié. Pluie et grêle. (Domaine de Malèche.) |
| 5..... | Flèche du clocher de la cathédrale de Tulle (35m) muni d'un paratonnerre. Terrain granitique. Orage du sud-ouest vers nord-est. Pluie très forte. |
| 7..... | Le faîtage, élevé de 9m, d'un bâtiment a été frappé, et la construction incendiée; six bêtes à cornes foudroyées ou brûlées. Pluie. |
| 8..... | Maison de 5m entourée de maisons pareilles. Toiture enlevée, tuyaux de gaz percés, gaz enflammé. Ni pluie, ni grêle. |
| 8..... | Chariot attelé de quatre chevaux arrêté près d'une grange et de grands arbres. Altitude : 658m; terrain granitique et siliceux. Orage du sud-ouest vers nord-est. Pluie et grêle. |

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. | OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGATS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **MOIS DE MAI. (Suite.)** | | | | | | | | |
| 8..... | 1.50 s. | Châteauroux. | Indre. | ″ | ″ | ″ | ″ | Maison de 3m, couverte en tuiles avec bordure en zinc, dans le haut de la ville, entourée de maisons semblables. La foudre a suivi la bordure métallique. Trombe et pluie. |
| 8..... | 2 s. | Tulle. | Corrèze. | 1 homme | ″ | ″ | ″ | La foudre a labouré un châtaignier de 5m planté en sol sablonneux et tué un homme abrité dessous. Pluie. |
| 10..... | 3 s. | Vermandovillers. | Somme. | 1 homme | ″ | 1 cheval | 1 cheval | Plaine légèrement en pente à 200m d'un taillis sous grands arbres. Un homme et un cheval tués; un cheval renversé. Plusieurs coups précédés de pluie et grêle. |
| 10..... | 4.30 s. | Templeux-la-Fosse. | Somme. | ″ | 3 personnes | ″ | ″ | Trois personnes travaillant en plaine ont été frappées simultanément et ont éprouvé des effets physiologiques très violents. Forte pluie avec petits grêlons. |
| 20..... | 5 s. | Sainte-Fortunade. | Corrèze. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a frappé un chêne de 15m en terrain plat et marécageux à 50m des maisons et 20m d'un réservoir. Pluie avant et après le coup. |
| 21..... | 3 s. | Limoges. | Haute-Vienne. | ″ | ″ | ″ | ″ | Toiture et muraille d'un bâtiment-caserne très élevé au-dessus des terrains avoisinants. Pluie abondante. |
| 25..... | 2 s. | Blosseville-Bonsecours. | Seine-Inférieure. | ″ | ″ | ″ | ″ | Christ en chêne doré à 200m en avant de l'église de Bonsecours, dominant à pic la vallée de la Seine. Paratonnerre sur l'église. Orage du sud-ouest vers nord-est. Pluie forte. |
| 25..... | ? | Putanges. | Orne. | ″ | 1 homme | 1 vache | ″ | Une vache tenue à la longe à Pontécrépin sur le coteau qui domine l'Orne a été tuée. Le gardien a reçu une violente commotion et n'a pu revenir seul chez lui. |
| 25..... | 3 s. | Lancuville-les-Bray. | Somme. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a frappé une cheminée de sucrerie de 33m, et est descendue en se fractionnant en trois décharges qui ont donné lieu à des effets mécaniques puissants. Forte pluie préalable. |
| 25..... | 8.30 s. | Quiers. | Loiret. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a parcouru la cuisine d'une maison, puis une pièce contiguë, et est sortie par la cheminée en la détériorant. Coup simple précédé de pluie légère. |
| 25..... | 8.45 s. | Bleigny-le-Carreau. | Yonne. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a brisé la cime d'un peuplier de 6m faisant partie de la bordure d'une mare au pied d'un tertre boisé. Pluie et grêle. |
| 25..... | 8.50 s. | Dannemoine. | Yonne. | ″ | ″ | ″ | ″ | Dégâts divers dans une maison dont les habitants ont éprouvé une vive commotion. Un autre coup a brisé à 2km de là un peuplier de 20m. Pluie abondante. |
| 25..... | 9.25 s. | Saint-Florentin. | Yonne. | ″ | ″ | ″ | ″ | Dégâts divers à la cheminée d'une maison de 10m entourée de maisons d'égale hauteur. Pluie forte pendant dix minutes. Orage du sud-ouest vers le nord-est. |
| 25..... | 9.35 s. | Montigny-la-Resle. | Yonne. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a éraflé en deux points le pignon nord-est d'une écurie de 8m,50 de hauteur, située près de maisons aussi hautes et bordant une ruelle. Pluie. |
| 25..... | 9.50 s. | Serbonnes. | Yonne. | ″ | ″ | ″ | ″ | Détériorations sur un groupe de quatre cheminées terminé par un tuyau en tôle sur une maison isolée, au milieu d'un jardin. Petites ondées. |
| 26..... | 2 m. | Jard. | Vendée. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a fendu la cheminée d'une maison de 4m près d'autres maisons et d'arbres plus élevés. Elle est tombée en même temps, à 700m de là, à l'Isle-Bernan. Pluie. |
| 26..... | 3 m. | Montceaux-les-Provins. | Seine-et-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ | Un peuplier de 30m, au pied duquel est un grillage en fer galvanisé bordant un parc, a été frappé à 5m du sol. Pluie. |
| 26..... | 3.30 m. | Montceaux-les-Provins. | Seine-et-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a frappé l'angle nord-ouest du toit du clocher et pénétré dans l'église. Pierres arrachées, crépis enlevés. Pas de paratonnerre. Pluie violente. |
| 29..... | 6 s. | Charost. | Cher. | ″ | Plus. ouvr. | ″ | ″ | Halle aux marchandises de la station. La foudre a suivi les tuyaux de descente et atteint les hommes à l'abri sous l'auvent les plus voisins du rail. Mine de fer dans le voisinage. |
| 31..... | 2 s. | Draguignan. | Var. | ″ | ″ | ″ | ″ | L'escalier extérieur d'une maison, située près de rochers escarpés, a été frappé. Trou de 0m,25 de diamètre dans le mur. Pluie et grêle. |
| **MOIS DE JUIN.** | | | | | | | | |
| 1..... | 3 s. | Humbécourt. | Haute-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ | Quatre peupliers de 20m à 25m, entourés d'arbres aussi hauts, ont été brisés à des hauteurs différentes et fendus jusqu'au bas. Pluie préalable pendant dix minutes. |
| 1..... | 4.50 s. | Nully. | Haute-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ | Un chêne de 10m, à 50m d'un chêne de 12m, a été dépouillé de ses branches, fendu suivant une rainure sinueuse profonde de 0m,08 à 0m,10 et déraciné du même côté. Pluie. |
| 1..... | 6 s. | Poissons. | Haute-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a frappé un peuplier de 10m faisant partie d'une rangée bordant une prairie. Pluie. |

## MOIS DE JUIN. (Suite.)

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. | OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGATS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1..... | 6.20 s. | Aulnois-en-Perthois. | Meuse. | 1 homme. | 3 hommes. | 1 cheval. | " | Un homme et un cheval attelé à une charrue, qu'il tenait par la bride, ont été tués. Un homme placé derrière la charrue et deux travailleurs voisins ont été renversés. |
| 1..... | 8.45 s. | Vitry-en-Perthois. | Marne. | " | " | " | " | Un peuplier du Canada, de 25m, faisant partie de la bordure du canal, et dont un voisin était cassé à 12m, a été frappé à 5m du sommet. Pluie et grêle. |
| 1..... | 11 s. | Chaource. | Aube. | " | " | " | " | Un sapin de 14m, entouré d'arbustes, a été atteint à 5m du sol. Pluie. |
| 2..... | 6 m. | Vigneulles. | Meuse. | " | " | " | " | Clocher de l'église. |
| 2..... | 8 m. | Semilly. | Haute-Marne. | " | " | " | " | Deux cheminées de 20m de hauteur au-dessus du sol, sur une maison dominant les constructions voisines, ont été détruites. Pluie. |
| 2..... | 3.25 s. | Saint-Privé. | Yonne. | " | " | " | " | La foudre a frappé et suivi normalement le paratonnerre, élevé de 70m, de l'église située au pied d'une colline et entourée de maisons. Pluie. |
| 2..... | 5 s. | Civry-les-Mareilles. | Haute-Marne. | " | 1 homme. | " | 2 chevaux. | Un homme à sa charrue, sur un des points les plus élevés du territoire, a été précipité d'un côté, et ses chevaux de l'autre. Pas d'arbres. Orage venant de l'Est. |
| 2..... | 6.45 s. | Chassières. | Ardèche. | " | 3 enfants. | " | " | La foudre a causé divers dégâts dans une maison de 10m entourée de mûriers et d'une prairie. Trois enfants ont reçu de fortes commotions. Pluie. |
| 3..... | 2 s. | Tarzy-Soquettes. | Ardennes. | " | " | " | " | A Tarzy le toit d'une grange a été enlevé. A Soquettes un arbre a été atteint. |
| 3..... | 2 s. | Brunehamel. | Aisne. | " | " | 2 vaches. | " | Deux vaches ont été tuées dans une pâture, sur un terrain élevé, à 600m à l'est de Brunehamel. Pluie préalable. |
| 3..... | 2 s. | Brunehamel. | Aisne. | " | " | " | " | La cheminée du château (8m), bâti sur le point le plus élevé de la commune, a été démolie; la charpente a été endommagée. Pluie préalable. |
| 3..... | 2.30 s. | Dinozé. | Vosges. | " | " | " | " | La foudre a frappé le côté est du bâtiment de la station du chemin de fer et a pénétré dans le bureau du chef de station. Pluie. |
| 3..... | 3.15 s. | La Roche. | Ardennes. | " | " | " | " | La foudre a parcouru une usine sans causer de dégâts. |
| 3..... | 4.20 s. | Rumigny. | Ardennes. | " | " | " | " | Un peuplier de 18m, entouré d'arbres moins hauts, et à 50m des maisons, a été atteint. Pluie préalable. |
| 3..... | 5 s. | Beaulieu. | Ardennes. | " | " | " | " | Un arbre de 4m,50 a été atteint. |
| 3..... | 5 s. | Villamblard. | Dordogne. | 1 homme. | Plus. pers. | " | " | La foudre a frappé un clocher de 25m et parcouru l'église, un homme tué, un homme blessé. Plusieurs personnes renversées. Pluie avec un peu de grêle. |
| 3..... | 7 s. | Saint-Jacques. | Calvados. | " | " | " | " | Un orme de 25m, entouré d'arbres et de haies (village du Chien), a été dépouillé de son écorce sur presque toute sa hauteur. Pluie. |
| 3..... | 7 s. | Lisieux. | Calvados. | " | " | " | " | La cheminée (élevée de 15m) d'une maison entourée de jardins et d'arbustes a été frappée. Pluie. |
| 3..... | 7.15 s. | Épaignes. | Eure. | " | 3 personnes. | " | " | La foudre est tombée dans un herbage planté de pommiers, à 60m de l'église munie d'un paratonnerre élevé de 26m en mauvais état. Trois personnes atteintes. Pluie. |
| 3..... | 7.40 s. | Launois. | Ardennes. | " | " | " | " | La foudre a légèrement détérioré l'enveloppe en bois d'un réservoir d'eau en tôle de 100mc, élevé de 12m. Pluie et grêle. |
| 3..... | 8 s. | Villamblard. | Dordogne. | " | 1 homme. | " | " | La tour du château (30m) a été atteinte. Dégâts divers dans les appartements. Un homme renversé. |
| 3..... | 8 s. | Albry-sur-Chéran. | Haute-Savoie. | " | " | " | " | La foudre a frappé un fil de fer soutenant une vigne et l'a suivi jusqu'au grenier d'une maison qu'elle a incendiée. Pluie torrentielle. |
| 3..... | 10 s. | Charron. | Charente-Inférieure. | " | " | " | " | Une meule de foin, de 5m, isolée, a été incendiée. |
| 3..... | 11 s. | Champagnac. | Haute-Vienne. | " | " | " | " | La cheminée, élevée de 12m, du bâtiment de la station, isolée sur un point culminant, a été détériorée; pas de dégâts notables dans l'appartement. Forte pluie après le coup. |
| 4..... | 5 à 6 s. | Donville. | Manche. | 1 homme. | 1 femme. | " | " | Près d'une haie, dans un herbage en terrain rocailleux, un homme a été tué et une femme brûlée à la poitrine. Pluie. |
| 4..... | 7.30 s. | Ewaires. | Nord. | " | " | " | " | Une ferme isolée, entourée d'arbres, en pays très plat, a été incendiée. Un arbre a été coupé. Pluie. |
| 4..... | 11 s. | La Flèche. | Sarthe. | " | " | " | " | Une maison de 7m, située à 25m d'un parc planté d'arbres très élevés, a subi divers dégâts. Une perche de puits, à 10m de là, a été éraflée. Le coup paraît avoir été double. Pluie. |
| 4..... | 12.30 s. | Corcelles-les-Monts. | Côte-d'Or. | " | berger. | 10 moutons. | 1 chien. | La foudre a frappé une bergerie en bois, de 4m,50, sur un plateau, à 100m d'arbres plus élevés. Dix moutons tués. Le berger et son chien ont éprouvé une violente commotion. Coup suivi de pluie. |
| 5..... | 1 m. | Rennes. | Ille-et-Vilaine. | " | " | " | " | Dégâts sur la toiture élevée de 20m d'une école entourée de jardins et de maisons basses, à 100m d'un clocher très élevé avec paratonnerre. Grande pluie. |

MOIS DE

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5..... | 3.30 s. | Pont-l'Évêque. | Oise. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 5..... | 3.30 s. | Amiens. | Somme. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 5..... | 3.30 s. | Andechy. | Somme. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 5..... | 4 s. | Marre. | Meuse. | ″ | ″ | 1 cheval | ″ |
| 5..... | 4 s. | Verdun. | Meuse. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 5..... | 5 s. | Bar-le-Duc. | Meuse. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 5..... | 7 s. | Jarny. | Meurthe-et-Moselle. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 6..... | 8 m. | Vagney. | Vosges. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 6..... | 1 s. | Alençon. | Orne. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 6..... | 3 s. | Lagarde. | Corrèze. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 6..... | 4 s. | La Côte. | Haute-Saône. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 6..... | 8.30 s. | Bourmont. | Haute-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 8..... | 4.30 s. | Beaune. | Côte-d'Or. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 8..... | 8 m. | Arches. | Vosges. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 8..... | 8.15 m. | Saint-Cyr-sur-Morin. | Seine-et-Marne. | ″ | 1 femme | ″ | ″ |
| 8..... | 8.30 m. | Dinan. | Côtes-du-Nord. | ″ | 1 femme | ″ | ″ |
| 8..... | 2.45 s. | Mereuil. | Hautes-Alpes. | 1 homme | 1 femme | 1 chèvre | ″ |
| 9..... | 1 m. | Palhers. | Lozère. | ″ | ″ | 11 moutons. | ″ |
| 9..... | 4 m. | Lunel-Viel. | Hérault. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 9..... | 10 m. | Fleury. | Meuse. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 9..... | 11 m. | Saint-Dizier. | Haute-Marne. | ″ | 3 hommes | ″ | ″ |
| 9..... | 11.45 m. | Saint-Dizier. | Haute-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 9..... | 12.30 s. | Triaucourt. | Meuse. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 9..... | 12.30 s. | Marc-en-Barouel. | Nord. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 9..... | 12.40 s. | Lyon. | Rhône. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 9..... | 9 s. | Maubourguet. | Hautes-Pyrénées. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 10..... | 1 s. | Saint-Saens. | Seine-Inférieure. | ″ | ″ | ″ | ″ |
| 11..... | 11.45 m. | Pouan. | Aube. | ″ | ″ | ″ | ″ |



| DATES. | OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGATS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|
| | JUIN. (SUITE.) |
| 5..... | La foudre a frappé une cheminée d'usine de 25m isolée, a suivi une échelle en fer intérieure et troué la maçonnerie. Pluie et grêle préalablement. |
| 5..... | Une façade et le toit d'une maison de 5m, faisant partie d'un groupe de maisons de même hauteur, ont été touchés. Grande pluie. |
| 5..... | La foudre a avarié le toit d'une grange de 4m à 25m d'arbres plus élevés, ainsi qu'une cuve en zinc pleine d'eau placée sur ce toit. Pluie préalable. |
| 5..... | Un attelage de plusieurs chevaux et le conducteur ont été frappés près du fort de Marre. Le cheval de devant a été tué. Paratonnerre à 80m. |
| 5..... | Des pierres chargées sur un chariot en repos, sans attelage ni conducteur, ont été broyées. |
| 5..... | La foudre a détérioré et fendu le faîte d'une cheminée de 18m, sur le bord de l'Ornain, à 150m d'un paratonnerre de 44m,50. Pluie. |
| 5..... | La foudre a frappé à 14m du sol et détérioré un clocher terminé par une girouette élevée de 35m. Forte pluie après le coup. |
| 6..... | Un sapin de 15m, isolé sur une colline, a été frappé à la cime et brûlé en partie. Pluie. |
| 6..... | La foudre a frappé la cheminée élevée de 12m d'une maison environnée de constructions plus hautes, et enflammé le foin du grenier. Pluie. |
| 6..... | A une seconde d'intervalle, la foudre a atteint un orme de 20m, et une petite construction voisine qui a été incendiée. Pluie. |
| 6 .... | Un trou circulaire de 1m,20 de profondeur a été creusé dans une tranchée sur le talus de la route au-dessous d'un char non atteint. Pluie. |
| 6..... | Un peuplier de 8m a été atteint sur une colline, à 25m d'habitations. Pluie. |
| 8..... | Dégâts à la toiture d'un atelier élevé de 10m, près d'une maison ordinaire, à 50m d'un paratonnerre. Pluie, quelques grêlons. |
| 8..... | Dégâts dans une maison élevée de 9m, à 8m d'une autre maison. Pays encaissé entre les montagnes. Une femme renversée. Pluie. |
| 8..... | La cheminée élevée de 7m,50 d'une maison isolée sur une colline a été frappée. Une femme a ressenti une violente commotion. Pluie. |
| 8..... | La foudre a traversé la cheminée (12m) d'une maison adjacente à une autre plus basse et est descendue au rez-de-chaussée. Pluie. |
| 8..... | Dégâts dans une maison de 6m isolée dans une vallée sans arbres. Un homme et une chèvre tués. Une femme blessée. Pluie. |
| 9..... | Plateau dénudé à 939m d'altitude. Fulgurites de 1m de profondeur. 11 moutons tués sur 100. Pluie. |
| 9.... | Clocher élevé de 15m sans paratonnerre. Dégâts divers; horloge détruite. Pluie et grêle préalablement. |
| 9..... | La foudre a émoussé et recourbé la pointe d'un paratonnerre élevée de 12m. Trois hommes travaillant près de là ont senti une forte commotion. Gouttes de pluie. |
| 9..... | La cheminée d'une maison de 9m formant angle de deux rues a été brisée. La foudre est descendue par deux corps pendants. Coup suivi de pluie et grêle. |
| 9..... | La foudre a détérioré une cheminée et frappé trois autres bâtiments assez rapprochés. Après le coup, forte pluie avec un peu de grêle. |
| 9. ... | Une ouverture a été pratiquée dans le toit d'une maison. |
| 9..... | Dégradations à la cheminée élevée de 11m d'une maison isolée en pays plat, dominant une avenue de tilleuls. Pluie. |
| 9..... | Dégâts divers au pignon et dans une pièce d'une maison de 5m sur le côté d'un chantier de matériaux de la voie ferrée. Pluie. |
| 9..... | Dégradations aux latrines de la station, construction de 4m,50 entourée d'arbres la dominant de 5m. Violente pluie. |
| 10..... | La foudre a incendié le clocher surmonté d'une croix en fer (40m); cloches fondues, église endommagée. Pluie. |
| 11..... | La foudre a frappé le pied d'une girouette élevée de 6m sur l'arête E d'une maison entourée de plus hautes. Commencement d'incendie. Pluie et grêle. |

MOIS DE JUIN. (Suite.)

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. | OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGÂTS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12..... | 12.15 s. | Saint-Genest-Malifaux. | Loire. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a frappé le toit d'une maison, à 25ᵐ du clocher. A 2ʰ30ᵐ, le clocher lui-même a été endommagé. Pluie et grêle fine. |
| 12..... | 2 s. | Corté. | Corse. | 1 homme | ″ | ″ | ″ | Le toit d'une maison de 10ᵐ a été percé; 1 homme tué. A 100ᵐ de là se trouve un paratonnerre en bon état, plus élevé de 60ᵐ. Un peu de pluie et de grêle. |
| 13..... | 3.55 s. | Trets. | Bouches-du-Rhône. | ″ | ″ | ″ | ″ | Dégâts divers dans une maison élevée de 10ᵐ, isolée, entourée d'arbres moins élevés. Pluie. |
| 13..... | 4.15 s. | Gémenos. | Bouches-du-Rhône. | ″ | ″ | ″ | ″ | Avaries à une fenêtre au premier étage d'une maison. Pluie torrentielle. |
| 16..... | 1.50 m. | Saint-Laurent. | Seine-Inférieure. | ″ | ″ | 1 pouliche | ″ | Dans une vaste plaine, sans arbres, une pouliche sans fers, portant un licol en cuir avec anneaux et boucles en fer, a été tuée. Pas de pluie. |
| 16..... | 6 s. | Saint-Dizier. | Haute-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a frappé la cheminée d'une maison de 6ᵐ,50 à l'angle d'une rue, près de constructions semblables. Pluie préalable. |
| 17..... | 3 s. | Louvemont. | Haute-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ | Le mur, épais de 0ᵐ,55, d'une chambre à four élevée de 2ᵐ, et située à 5ᵐ d'un corps de logis, élevé de 5ᵐ, a été percé. Pluie préalable. |
| 19..... | 6.10 s. | La Celle-Dunoise. | Creuse. | ″ | ″ | ″ | ″ | Dégâts nombreux dans une maison élevée de 13ᵐ qui a été frappée sur la cheminée nord-est. Pluie. |
| 20..... | 2 s. | Épinal. | Vosges. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre est tombée sur un sol gazonné, à quelques mètres d'une baraque en bois, à 100ᵐ d'un paratonnerre. Coup suivi de pluie. |
| 21..... | 9.30 s. | Lyon. | Rhône. | ″ | 6 personnes. | ″ | ″ | Dégâts divers aux cheminées et dans les appartements de deux maisons contiguës. Six personnes ont éprouvé des commotions. Pluie préalable. |
| 24..... | 7 s. | Hendaye. | Basses-Pyrénées. | ″ | ″ | ″ | ″ | Trois arbres et le paratonnerre de Fontarabie, frappés successivement dans l'espace d'une heure dix minutes. |
| 24..... | 11.30 s. | St-Aubin-Quillebœuf. | Eure. | ″ | ″ | 2 chevaux | ″ | Une jument et son poulain tués dans un herbage en terrain plat, à 250ᵐ du village. Pluie. |
| 25..... | 1.20 m. | Grisolles. | Tarn-et-Garonne. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a frappé la cheminée nord d'une maison de 8ᵐ, isolée, en pays plat. Dégâts divers. Pluie. |
| 25..... | 1.45 m. | Juillé. | Charente. | ″ | 1 homme | ″ | ″ | Dégâts dans une guérite, de 2ᵐ,75, sur la voie ferrée, près des fils télégraphiques et de grands arbres. Un homme resté sans connaissance une heure. Grande pluie. |
| 25..... | 3.30 m. | Saint-Maurice. | Creuse. | ″ | ″ | brebis | ″ | Dégâts nombreux dans une grange de 8ᵐ, à 30ᵐ d'autres maisons et d'un peuplier très élevé. Coup double. Pluie torrentielle. |
| 25..... | 1.30 s. | Chaumont. | Haute-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ | Une décharge a traversé les cuisines des casernes, près de bâtiments plus hauts, et a atteint, à 20ᵐ de là, un bâtiment plus élevé. Pluie. |
| 25..... | 1.40 s. | Glénat (Artonne). | Puy-de-Dôme. | ″ | ″ | ″ | ″ | Le bord sud du faîtage d'une grange, voisine de deux maisons moins élevées, a été troué et les fourrages ont été incendiés. Forte averse. |
| 25..... | 2.30 s. | Ambérieu. | Ain. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a atteint la cheminée (10ᵐ) d'une maison isolée et est descendue sur le toit d'un atelier adossé à la maison. Pluie. |
| 25..... | 3 s. | Mende. | Lozère. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a frappé à la fois un noyer de 7ᵐ et un mur en pierres sèches, de 1ᵐ,50, auquel il est adossé. Mur démoli. Pluie et grêle. |
| 25..... | 3.12 s. | St-Aubin-sur-Yonne. | Yonne. | ″ | ″ | ″ | ″ | Un pêcher, de 3ᵐ, planté dans les vignes sur le versant est d'une colline, a été en partie brûlé et déraciné, ainsi que les ceps voisins. Pas de pluie préalablement. |
| 25..... | 3.15 s. | Vitrac. | Puy-de-Dôme. | 1 homme | ″ | ″ | ″ | Une maison de 15ᵐ, entourée de bâtiments, en pays plat, a été atteinte. Un homme tué. |
| 25..... | 3.20 s. | Saint-Loup d'Ordon. | Yonne. | ″ | ″ | ″ | ″ | Un pommier, de 5ᵐ, faisant partie d'une rangée, a eu une branche cassée. A ce moment, un pot de fleurs était brisé sur une fenêtre, à Cudot, à 1500ᵐ de là. Pluie. |
| 25..... | 3.20 s. | Saint-Julien-du-Sault. | Yonne. | ″ | ″ | ″ | ″ | Le couronnement de la cheminée (12ᵐ,40) de la station, isolée en pays plat, a été atteint et brisé. Pluie préalable. |
| 25..... | 3.45 s. | Guerchy. | Yonne. | ″ | ″ | ″ | ″ | Une grange, élevée de 7ᵐ,50, environnée de maisons de même hauteur, à 30ᵐ d'un château beaucoup plus élevé, a été incendiée. Pluie douce. |
| 25..... | 4 s. | Meung-sur-Beuvron. | Loir-et-Cher. | ″ | ″ | 1 vache | ″ | Une vache broutant un chêne de 2ᵐ,50, isolé, a été tuée. Pluie après le coup. |
| 25..... | 5 s. | Conand. | Ain. | ″ | 2 hom., 1 fem. | ″ | ″ | Deux hommes et une femme, se trouvant dans les vignes, loin d'arbres et de maisons, ont été atteints et brûlés. Trombe préalable. |
| 25..... | 5.30 s. | Champ.-en-Valronay. | Ain. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a frappé le toit (17ᵐ) d'une maison entourée de constructions, sur une colline, et a rebondi sur la place. Pluie et grêle. |
| 25..... | 5.30 s. | Vuiz-en-Salley. | Haute-Savoie. | ″ | ″ | ″ | ″ | Un poirier de 20ᵐ, entouré d'arbres moins élevés, a été fendu et dépouillé de la plupart de ses branches. Pluie et grêle. |

MOIS DE JUIN. (Fin.)

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. | OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGATS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26..... | 3.35 s. | Valence. | Drôme. | " | 1 femme | " | " | Détériorations dans une maison à trois étages, à 100m d'une église protégée par deux paratonnerres. Pluie et grêle. |
| 28..... | 3 s. | Éloges. | Vosges. | 1 homme | 1 homme | " | " | De deux hommes abrités sous un bouleau, de 4m,30, l'un, portant une faulx, a été tué; l'autre simplement renversé. Grêle. |
| 29..... | 4 s. | La Serre. | Creuse. | " | " | " | " | Une maison de 7m, couverte en chaume, voisine d'une maison de 6m, a été incendiée. Ni pluie, ni grêle. |
| 29..... | 4 s. | Mirandouz. | Gers. | " | " | " | " | Un même coup a frappé un chêne de 8m et la cheminée du château de Fieux, isolé sur un plateau. Trombe après le coup. |
| 29..... | 5 s. | Le Quartier. | Puy-de-Dôme. | " | " | 1 vache | " | Un bâtiment (10m) du village, situé sur une colline, a été frappé et incendié. Pluie. |
| 29..... | 5.15 s. | Varennes-sur-Armance. | Haute-Marne. | " | " | " | " | Commencement d'incendie dans une maison de 4m entourée d'autres constructions. Trombe. |
| 29..... | 6 s. | Fals. | Lot-et-Garonne. | " | " | " | " | Un ancien moulin à vent, de 13m, situé sur un monticule dominant les environs, a été incendié. Pluie. |
| 29..... | 6.30 s. | Fort Saint-Eymard. | Isère. | " | plus. soldats. | " | " | La foudre a frappé un poteau en bois de 7m à 8m, et, après l'avoir pulvérisé, a causé divers dégâts à une construction voisine. Les hommes du poste ont reçu une violente commotion. Dans un espace de deux heures et demie, la foudre est tombée plusieurs fois dans la vallée. |
| 29..... | 6.45 s. | Sablé-sur-Sarthe. | Sarthe. | " | " | " | " | Dégâts divers à une maison d'habitation. (Gouttière en zinc percée, gonds descellés, conduite de gaz coupée, etc.)... |
| 29..... | 7 s. | Vassy. | Calvados. | " | Jeune fille. | " | " | La foudre a atteint un arbre de 10m, au bord d'une mare, à 10m de maisons, et projeté une jeune fille à terre. |
| 29..... | 8.30 s. | Nonards. | Corrèze. | " | " | " | " | Une décharge a frappé la cheminée (13m) d'une maison isolée, entourée d'arbres. Dégâts dans le bâtiment. Pluie. |
| 29..... | 2 m. | Écouché. | Orne. | " | " | " | " | Deux maisons entourées d'arbres ont subi des dégâts. Pluie et grand vent. |
| 30..... | ? | Perrier. | Puy-de-Dôme. | " | 1 homme. | " | " | La foudre a frappé le clocher terminé par une croix (34m) et traversé l'église. Un homme momentanément paralysé. Pluie. |
| 30..... | 1 m. | Hondaux. | Haute-Savoie. | " | " | 40 moutons. | " | 40 moutons tués près d'un chalet de 4m, entouré d'arbres, qui a reçu une forte secousse. Pluie préalable. |
| 30..... | 1.15 m. | Havre. | Seine-Inférieure. | " | " | " | " | La foudre a frappé le paratonnerre ouest du théâtre, mais, au lieu de suivre le conducteur, a sauté sur une échelle de sauvetage et causé différents dégâts. Elle a frappé également deux autres points dans le voisinage. Pluie, grêle et grand vent. |
| 30..... | 4 m. | Octeville. | Seine-Inférieure. | " | " | " | " | Une fenêtre a été brisée dans une boulangerie entourée de maisons de même hauteur. Pluie avant, grêle après. |
| 30..... | 2.40 s. | Champlitte. | Haute-Saône. | " | 1 homme. | " | " | Un acacia de 10m, formant bordure avec d'autres espacés de 20m, a été frappé à 6m de hauteur et fendu sur 3m de long. Coup suivi d'une trombe d'eau. |
| 30..... | 3.30 s. | Vitrey. | Haute-Marne. | " | " | " | " | Deux peupliers de 12m, au bord d'une rivière, en plaine, ont été brisés par leurs milieux. Coup double. Pluie. |
| 30..... | 4 s. | Savigny. | Haute-Marne. | " | " | " | " | Une maison de 9m, au pied d'un coteau de vigne exposé au nord, a été incendiée. Trombe d'eau après le coup. |
| 30..... | 5 s. | Aix-la-Fayette. | Puy-de-Dôme. | " | Jeune fille. | " | 2 vaches, 1 chien | La foudre a atteint une grange isolée, sur une élévation, étourdi une jeune fille, frappé 2 vaches et 1 chien. Un peu de pluie et de grêle. |
| 30..... | 5.20 s. | La Biolle. | Savoie. | " | " | " | " | La foudre a frappé le clocher de l'église, élevé de 22m, situé sur une colline, au milieu de maisons. Pluie. |
| 30..... | 6.28 s. | Libourne. | Gironde. | " | " | " | " | Un wagon à marchandises, placé parmi d'autres wagons, a été atteint. Pluie préalable. |
| 30..... | 6.30 s. | Granville. | Manche. | " | " | " | " | La foudre a frappé à trois reprises, en deux minutes, le paratonnerre du phare de Granville, qui a fonctionné régulièrement. Grande pluie préalable. |
| 30..... | 9 s. | Fort du Bruissin. | Rhône. | " | " | " | " | Dans l'espace de une heure et demie, un des paratonneres a été frappé trois fois; il a fonctionné régulièrement. Pluie et grêle. |
| 30..... | ? | St-Georges-d'Hurtières. | Savoie. | " | " | 2 vaches. | " | Dégâts divers dans une écurie de 6m, située sur une colline, au milieu d'arbres élevés. 2 vaches tuées. Grêle. |

M. **Ad. Lumière** adresse une Note relative à un cas d'équilibre instable de la sphère sur un système suspenseur particulier.

(Commissaires : MM. Resal, Jordan.)

M. **Al. Klaponin** adresse, d'Alouchta (Crimée), une Note concernant l'emploi d'une eau camphrée ou d'une solution de borax contre l'Oïdium et le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

## CORRESPONDANCE.

L'**Université d'Édimbourg** annonce qu'elle célébrera le troisième centenaire de sa fondation, les 16, 17 et 18 avril 1884, et invite l'Académie à se faire représenter à cette solennité.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces de la Correspondance, le deuxième et le troisième volume d'un important Ouvrage de M. *Tommaso Salvadori*, membre de l'Académie des Sciences de Turin, sur l'Ornithologie de la Nouvelle-Guinée et des Moluques (*Ornitologia della Papuasia e delle Molucche,* 1881 et 1882, in-4°). (Présentée par M. Alph. Milne-Edwards.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Note de M. *de Saint Robert,* intitulée : « Perchè i ghiacciaj si vadano ritirando ». (Extraite des Mémoires de la *Reale Accademia dei Lincei.*)

ASTRONOMIE. — *Observation des taches et des facules solaires en* 1883. Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, 9 février 1884.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un résumé des observations des taches et des facules solaires, faites à Rome pendant l'année 1883. Le

temps a été assez favorable et le nombre des jours d'observation s'est élevé à 291. Voici les résultats :

| 1883. | Fréquence relative des taches. | Fréquence des jours sans taches. | Grandeur relative des taches. | Grandeur relative des facules. | Nombre des groupes de taches par jour. |
|---|---|---|---|---|---|
| Janvier | 16,65 | 0,00 | 56,68 | 68,18 | 4,18 |
| Février | 12,74 | 0,05 | 57,15 | 82,37 | 3,16 |
| Mars | 18,29 | 0,06 | 65,47 | 85,30 | 3,70 |
| Avril | 23,05 | 0,00 | 165,80 | 101,00 | 5,50 |
| Mai | 8,77 | 0,11 | 36,74 | 119,78 | 3,70 |
| Juin | 18,88 | 0,00 | 198,36 | 64,20 | 4,88 |
| Juillet | 21,54 | 0,00 | 224,89 | 93,78 | 5,53 |
| Août | 11,11 | 0,00 | 64,35 | 105,35 | 3,83 |
| Septembre | 16,46 | 0,03 | 137,50 | 103,83 | 4,37 |
| Octobre | 31,26 | 0,00 | 197,15 | 98,80 | 7,03 |
| Novembre | 31,28 | 0,00 | 147,52 | 76,87 | 7,12 |
| Décembre | 31,64 | 0,00 | 154,82 | 73,87 | 6,91 |

» En comparant ces données avec celles de l'année précédente, on est amené à conclure que l'activité solaire a augmenté ; car, bien que la différence relative au nombre de taches soit très petite, le nombre des groupes, en 1883, a été bien plus grand, et l'extension des taches a été vraiment extraordinaire ; elle a été double de celle de 1882.

» Il importe particulièrement de remarquer, dans le Tableau ci-dessus, d'une part le *minimum* du mois de mai, d'autre part le nombre extraordinaire et la grande extension des taches pendant le dernier trimestre. Ces chiffres élevés et cette longue période ne se trouvaient pas dans les années précédentes, et cette activité s'est conservée en janvier 1884 ; les observations faites en février montrent qu'elle continue encore, en sorte qu'on est porté à croire que le *maximum* des taches n'est pas encore arrivé. Un autre point à signaler, c'est qu'au minimum de l'extension des taches correspond le maximum pour les facules, qui, à cette époque de calme relatif, trouvent encore les conditions nécessaires à leur formation, tandis que la force éruptive ou le travail ne sont pas suffisants pour produire les taches dans ces mêmes régions. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Pons-Brooks (Observatoire de Nice).* Note de M. **Perrotin**, présentée par M. Faye ([1]).

« Les changements brusques qui se manifestent d'un jour à l'autre, dans l'aspect du noyau de la comète Pons-Brooks, sont un des caractères remarquables de cet astre. A ce point de vue, les apparences qui se sont produites les 13 et 19 de ce mois méritent d'être signalées.

» Le 13, le noyau, qui, la veille et les jours précédents, était comme une étoile de 3e grandeur, avait pris des proportions extraordinaires; il se présentait sous la forme d'un disque circulaire, fortement coloré en jaune rougeâtre, de 34″ de diamètre environ, nettement limité sur les bords, plus brillant vers le centre et sur la circonférence, entouré d'une auréole nébuleuse, blanche, de 110″ de diamètre à peu près.

» Le noyau proprement dit, placé au milieu, et deux diamètres de ce disque, faisant entre eux un angle de 30° à 40°, et dont l'un, plus lumineux que l'autre, paraissait dirigé dans le sens de la queue, se détachaient en blanc et comme en relief sur le fond jaune du disque.

» Du côté ouest et dans l'angle obtus de ces diamètres, une région presque obscure contrastait, d'une manière frappante, avec le brillant des autres parties de cette enveloppe lumineuse.

» Enfin, la nébulosité plus condensée, qui, d'ordinaire, entoure le noyau dans un rayon de 3′, avait perdu, d'une manière notable, de son intensité.

» Dans l'ensemble, on aurait dit un halo d'une nature particulière.

» Un dessin de M. Thollon, que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie, reproduit très fidèlement l'aspect de la tête de la comète pendant cette soirée.

» Le lendemain 14 et jours suivants, la comète avait repris sa forme habituelle.

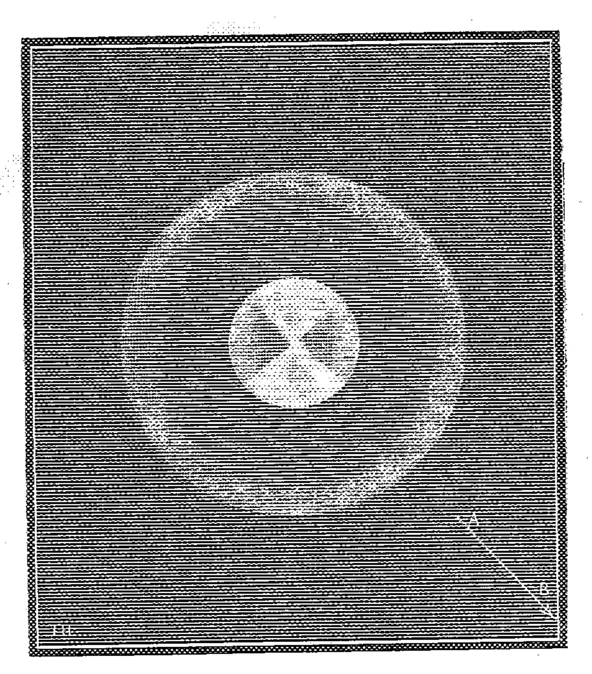
» C'est seulement le 19 que le phénomène a été aperçu de nouveau, avec les mêmes caractères généraux. Ce jour-là, le disque central s'était légère-

---

([1]) J'ai reçu cette Lettre le 21 ou le 22 janvier, mais, quelques remarques critiques qui m'ont été faites sur son contenu m'ayant fait désirer de plus amples détails, j'ai cru devoir en différer la publication. Les explications qui m'ont été fournies ont levé ces scrupules, et je regretterais aujourd'hui ce retard s'il pouvait priver MM. Perrotin et Thollon du mérite d'avoir signalé les premiers des faits tout nouveaux, je crois, dans l'histoire des comètes.

H. F.

ment allongé, normalement à la queue, les deux diamètres lumineux étaient sensiblement perpendiculaires l'un à l'autre, la région sombre était plus obscure et plus étroite, l'auréole extérieure bien plus faible.



» Chaque fois, les observations spectroscopiques, organisées par M. Thollon et poursuivies attentivement tous les soirs, ont présenté des particularités remarquables.

» Le 13, malgré la Lune, les trois bandes ordinaires des comètes avaient un éclat inaccoutumé, le disque lumineux donnait un spectre continu, très intense dans le rouge. Le 14, le rouge était moins brillant et présentait, vaguement, l'apparence d'une bande; les jours suivants, il était seulement visible sur le noyau.

» Le 19, le spectre continu du disque était plus brillant encore et toutes les couleurs apparaissaient d'une manière saisissante, du rouge au violet. Ce spectre était divisé par une bande transversale noire, provenant, sans doute, de la partie obscure qui faisait tache sur l'enveloppe lumineuse du noyau.

» Des apparences de condensation de lumière dans le jaune nous ont paru être un indice de la présence probable du sodium dans le noyau.

» Dans le cours de nos observations, nous avons aussi aperçu, à plusieurs reprises, la bande violette qui correspond à la raie $\delta$ (Angström) du

spectre du carbone. Des mesures répétées nous ont fait voir le spectre de bandes sur la nébulosité de la tête, à 6′ du noyau dans la direction de la queue, et à 4′ dans les autres régions. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Pons-Brooks.* Note de M. PERROTIN, présentée par M. Faye.

« Dans la précédente Note, communiquée à M. Faye, nous avions, M. Thollon et moi, signalé certaines particularités que présentait la comète Pons-Brooks, les 13 et 19 janvier.

» Les observations de M. Vogel, à Potsdam, le 1er janvier, publiées dans le n° 2570 des *Astronomische Nachrichten,* corroborent en grande partie nos propres observations qui, sans aucun doute, recevront avant peu des confirmations nouvelles.

» Comme nous pensions que les faits des 13 et 19 correspondaient à des maxima, exagérés à l'approche du périhélie, de l'éclat variable du noyau de l'astre, nous avions été amenés à supposer que la période de la variation pouvait être de six jours. Malheureusement, l'aspect de la comète, le 25, ne vint pas confirmer cette hypothèse. Il n'est pas cependant sans intérêt de constater que les observations de Potsdam semblent la justifier. »

ASTRONOMIE. — *Sur les aigrettes et les panaches de la comète de Pons* (1812 *au voisinage de son passage au périhélie.* Note de M. G. RAYET, présentée par M. Wolf.

« La comète de Pons a, comme toutes les comètes, présenté, en approchant de son périhélie, les changements de forme rapides qui sont l'indice des modifications profondes que le voisinage du Soleil produit dans la distribution de la matière de ces astres. Quoique, dans le cas actuel, ces modifications aient été moins marquées que celles que l'on a reconnues dans les dernières grandes comètes, elles m'ont cependant semblé dignes d'être notées, et je vais essayer de les décrire à l'aide des observations faites à l'équatorial de $0^m,38$ de l'observatoire de Bordeaux.

» Jusqu'au 26 octobre, la masse nébuleuse de la comète a conservé une forme circulaire, avec un noyau assez brillant, mais d'un éclat variable d'un jour à l'autre; ce noyau avait, à la fin d'octobre, l'éclat d'une étoile de $10^e$ à $11^e$ grandeur, et la nébulosité un diamètre d'environ 3′ à 4′ d'arc.

» La première trace de queue a été notée le 27 octobre 1883.

» Jusqu'au 21 novembre 1883, les observations physiques ont été contrariées par la présence de la Lune, mais, dans cet intervalle, la physionomie de l'astre ne paraît pas s'être modifiée.

» Le 22 novembre 1883, la nébulosité cométaire est ronde, avec une légère trace de queue et un noyau très marqué ayant l'éclat d'une 8e grandeur.

» Le 24 novembre 1883, le noyau brille comme une 8e grandeur et en arrière de la nébulosité, dont le diamètre est d'environ 6′ d'arc, il y a, à la naissance de la chevelure, une sorte d'étranglement qui donne à l'ensemble de l'astre une ressemblance marquée avec la forme des courbes de niveau de M. Roche.

» Le 29 novembre 1883, le diamètre de la nébulosité est d'environ 7′ d'arc, et le noyau, un peu diffus, un peu estompé, paraît avoir une tendance à émettre des panaches dans la direction du Soleil.

» Le 16 décembre 1883, le diamètre de la nébulosité s'est un peu augmenté; le noyau brille comme une 8e grandeur et a un diamètre sensible; sa lumière, blanche jusqu'alors, est devenue orangée et tranche sur la masse bleuâtre de l'astre; au contact immédiat du noyau, on remarque une augmentation d'éclat très sensible et brusque.

» Le 20 décembre 1883, le noyau brille comme une 7e grandeur, et sa couleur est redevenue blanche. La nébulosité, dont le diamètre est environ 8′, présente en avant une condensation de lumière très marquée. La comète est visible à l'œil nu.

» Le 22 décembre, la teinte du noyau est très légèrement orangée et l'existence des aigrettes est certaine.

» Le 24 décembre, les premiers panaches se montrent avec leur forme; la coloration légèrement jaunâtre du noyau est bien visible par contraste avec la teinte blanche de la chevelure.

» Le 2 janvier 1884, l'équatorial de 14 pouces ($0^m,37$) montre deux panaches dissymétriques très marqués; celui du premier bord (bord ouest) naît dans une direction presque perpendiculaire à l'axe de la queue et présente une courbure très marquée; celui du second bord, plus faible, est presque dans la direction de l'axe de la queue.

Le 11 janvier 1884, un éventail de lumière, à éclat presque uniforme, remplit l'intervalle des deux panaches, ainsi reliés entre eux d'une manière continue.

» Le 12 janvier 1884, un éventail de lumière très net se montre en avant de la comète; la branche de l'éventail, la première en ascension droite, se recourbe en arc de cercle vers la chevelure et est la plus lumi-

neuse; le deuxième bord de l'éventail est presque dans la direction de la queue. L'ouverture totale de l'éventail est d'environ 90°. Le noyau, orangé, paraît très net vers la chevelure et estompé vers la tête. Le diamètre de la nébulosité est d'environ 9′.

» Le 13 janvier 1884, la forme de la comète a complètement changé et est devenue très singulière. Autour du noyau d'un éclat très vif, comparable à celui d'une 5e grandeur, il existe une zone circulaire continue d'environ 30″ de diamètre et d'une lumière très vive; cette zone est enveloppée dans une seconde zone moins lumineuse, comprise elle-même dans l'ensemble de la nébulosité. La zone lumineuse centrale est traversée par deux rayons très brillants dirigés vers la queue. L'éclat du noyau central est tel qu'il paraît s'élever au-dessus de la masse cométaire, comme certains pics lunaires font saillie au-dessus des plaines de quelques cratères.

» Cette même apparence se montre dans les deux équatoriaux de 8 et 14 pouces ($0^m,21$ et $0^m,37$); elle paraît donc réelle.

» Le 16 janvier 1884, la comète a repris l'apparence connue de ces astres. Un éventail de lumière, d'une ouverture d'environ 100°, se montre en avant, et la majeure partie de sa lumière se déverse vers le deuxième bord de la queue (bord est), qui est ainsi sensiblement plus intense que l'autre. Deux sillons de lumière se montrent dans cet éventail. Le noyau est sensiblement blanc et d'un éclat très vif.

» Le 17 janvier 1884, le noyau de la comète est blanc, extrêmement lumineux, visible sur le champ très brillamment éclairé de l'équatorial. A partir du noyau et dirigé en avant, existe un éventail de lumière très intense, de 30″ de diamètre et d'une ouverture de 200°; l'axe en est incliné de 45° sur la direction de la queue. De la partie antérieure de l'éventail part un rayon de lumière diffuse, dont l'épanouissement se relie avec une couche lumineuse parabolique distante du centre d'environ 1′ d'arc. Les bords de la queue sont plus brillants que le centre, donnant ainsi la sensation d'un cône creux.

» Le 24 janvier, la comète n'a pu être observée que dans la brume, et sa nébulosité centrale ne paraît plus caractérisée que par un éventail de lumière projeté en avant et à peu près symétrique.

» Toutes ces apparences sont assez difficiles à décrire; je me suis efforcé de les reproduire dans les dessins joints à cette Note.

» Quant au spectre de la comète, il est toujours resté composé des trois bandes ordinaires des hydrogènes carbonés, bande jaune verdâtre, bande

verte et bande bleue. La bande centrale était extrêmement lumineuse. Le noyau donnait un spectre continu très faible.

» Le ciel s'est d'ailleurs montré défavorable aux études sur la comète; plusieurs des observations précédentes ont été faites dans des éclaircies de peu de durée ou à travers des brumes légères. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les oscillations barométriques produites par l'éruption du volcan de Krakatoa, et enregistrées au baromètre Rédier de l'Observatoire de Toulouse.* Note de M. **Baillaud**, présentée par M. C. Wolf.

« La première forte dépression a commencé le 27 août à $1^h 50^m$ du soir, et le minimum a eu lieu vers $3^h 10^m$. La seconde, dont le caractère accidentel est très caractérisé, s'est produite le 28, de $4^h$ à $4^h 30^m$ du matin. Les accidents du 29 sont assez nettement accusés : une dépression dont le minimum a eu lieu à $1^h 30^m$ du matin et une élévation de $3^h$ à $3^h 40^m$ du soir.

» En prenant l'intervalle entre les minima du 27, je trouve $13^h 20^m$, d'où une vitesse de $1256^{km}$ par heure, ou $349^m$ par seconde. L'intervalle entre les commencements des deux dépressions est $14^h 10^m$, d'où une vitesse de $1182^{km}$ à l'heure, ou $328^m$ par seconde. D'après ces nombres, la vitesse de propagation serait bien la vitesse du son.

L'intervalle entre les accidents du 29 est $13^h 45^m$, nombre moyen entre les intervalles de $13^h 20^m$ et de $14^h 10^m$ de l'alinéa précédent. Mais la vitesse suivant laquelle les ondes auraient fait le tour entier de la Terre devrait s'abaisser à $1166^{km}$ par heure, ou $324^m$ par seconde.

L'observation directe du baromètre a donné (lecture réduite à 0°) : le 27 à midi, $749^{mm},0$; à $3^h$, $746^{mm},9$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les substitutions linéaires.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« On sait quelle importance a, dans la théorie des substitutions linéaires de la forme $\left(x, \frac{ax+b}{a'x+b'}\right)$ et dans celle des groupes fuchsiens et kleinéens qu'elles peuvent former, la classification de ces substitutions en substitutions loxodromiques, hyperboliques, elliptiques et paraboliques.

» Cette classification peut s'étendre aux substitutions linéaires à deux variables

$$(1)\qquad \left(x, y;\ \frac{ax+by+c}{a''x+b''y+c''},\ \frac{a'x+b'y+c'}{a''x+b''y+c''}\right),$$

et spécialement à celles qui conservent l'hypersphère

$$(2) \qquad xx_0 + yy_0 = 1,$$

et qui, par conséquent, peuvent engendrer ces groupes hyperfuchsiens dont M. Picard a donné des exemples. Dans l'équation (2), comme dans tout ce qui va suivre, j'ai représenté, à l'exemple de M. Hermite, par $u_0$ la quantité imaginaire conjuguée de $u$. Mettons la substitution (1) sous la forme homogène

$$(1\ bis) \quad (x, y, z; ax + by + cz, a'x + b'y + c'z, a''x + b''y + c''z).$$

» On peut, par un changement convenable de variables, amener cette substitution à l'une des formes suivantes, que l'on peut appeler *formes canoniques :*

$$(A) \qquad (x, y, z; \alpha x, \beta y, \gamma z), \quad \alpha \gtrless \beta \gtrless \gamma,$$

$$(B) \qquad (x, y, z; \alpha x, \beta y + z, \beta z), \quad \alpha \gtrless \beta,$$

$$(C) \qquad (x, y, z; \alpha x, \beta y, \beta z), \quad \alpha \gtrless \beta,$$

$$(D) \qquad (x, y, z; \alpha x + y, \alpha y + z, \alpha z),$$

$$(E) \qquad (x, y, z; \alpha x, \alpha y + z, \alpha z).$$

» Ne nous occupons pour le moment que de la forme (A); car toutes les autres, qui sont analogues aux substitutions paraboliques, n'en sont que des cas particuliers.

» Les quantités $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ sont appelées *multiplicateurs*. De plus, la substitution (1) admet trois *points doubles* qu'elle laisse inaltérés. Quand on connaît les points doubles et les multiplicateurs d'une substitution, elle est entièrement déterminée. Quand elle est ramenée à la façon canonique, ces trois points doubles sont

$$x = y = 0, \quad y = z = 0, \quad x = z = 0;$$

à la substitution (A) correspond la substitution conjuguée

$$(x_0, y_0, z_0; \alpha_0 x_0, \beta_0 y_0, \gamma_0 z_0).$$

» On voit aisément que toute substitution de la forme (1 *bis*) change toute forme quadratique du faisceau

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} &Axx_0 + Bxy_0 + B_0 yx_0 + Cyy_0 \\ &\qquad + Dxz_0 + D_0 zx_0 + Eyz_0 + E_0 zy_0 + Fzz_0 \end{aligned} \right.$$

en une autre forme du même faisceau.

» Pour que la substitution (A) reproduise, à un facteur constant près, une des formes (3) dont le discriminant ne soit pas nul, il faut que trois au moins des quantités

$$\alpha\alpha_0,\ \alpha\beta_0,\ \beta\alpha_0,\ \beta\beta_0,\ \alpha\gamma_0,\ \gamma\alpha_0,\ \beta\gamma_0,\ \gamma\beta_0,\ \gamma\gamma_0$$

soient égales entre elles. Or, si l'on suppose, comme nous l'avons fait, que les trois multiplicateurs soient différents, cela ne peut arriver que des trois manières suivantes :

$$\alpha\alpha_0 = \beta\beta_0 = \gamma\gamma_0, \tag{4}$$

$$\alpha\alpha_0 = \beta\gamma_0 = \gamma\beta_0, \tag{5}$$

$$\alpha\beta_0 = \beta\gamma_0 = \gamma\alpha_0. \tag{6}$$

» L'hypothèse (6) doit être rejetée, parce que la forme (3) qui serait reproductible par la substitution (A) serait imaginaire. L'hypothèse (4) signifie que les trois multiplicateurs ont même module : nous dirons alors que la substitution est *elliptique*. L'hypothèse (5) signifie que la quantité $\frac{\beta}{\gamma}$ est réelle et égale au carré du module de $\frac{\alpha}{\gamma}$. Nous dirons alors que la substitution est *hyperbolique*.

» Cherchons maintenant quelles sont les substitutions elliptiques ou hyperboliques (que je ne suppose plus réduites à la forme canonique) qui reproduisent l'hypersphère (2), c'est-à-dire la forme

$$xx_0 + yy_0 - zz_0.$$

» Cherchons d'abord les substitutions elliptiques; soient

$$\frac{x}{\lambda_1} = \frac{y}{\mu_1} = \frac{z}{\nu_1}, \quad \frac{x}{\lambda_2} = \frac{y}{\mu_2} = \frac{z}{\nu_2}, \quad \frac{x}{\lambda_3} = \frac{y}{\mu_3} = \frac{z}{\nu_3}$$

les trois points doubles. Nous trouverons les six relations suivantes :

$$\lambda_i \lambda_{k0} + \mu_i \mu_{k0} - \nu_i \nu_{k0} = 0,$$

qui définissent les conditions auxquelles doivent satisfaire les points doubles.

» Ces conditions peuvent être satisfaites d'une infinité de manières; en effet, le premier point double peut être choisi d'une façon arbitraire, le second peut encore être choisi d'une infinité de manières, car il n'est assujetti qu'aux relations

$$\lambda_1 \lambda_{20} + \mu_1 \mu_{20} - \nu_1 \nu_{20} = \lambda_2 \lambda_{10} + \mu_2 \mu_{10} - \nu_2 \nu_{10} = 0.$$

» Le troisième point double est alors entièrement déterminé. Il résulte de là qu'il entre dans les substitutions hyperfuchsiennes elliptiques *huit* paramètres arbitraires.

» Passons aux substitutions hyperboliques : nous trouvons les conditions

$$\begin{aligned}
\lambda_2\lambda_{20} + \mu_2\mu_{20} - \nu_2\nu_{20} &= \lambda_3\lambda_{30} + \mu_3\mu_{30} - \nu_3\nu_{30} = 0,\\
\lambda_1\lambda_{20} + \mu_1\mu_{20} - \nu_1\nu_{20} &= \lambda_2\lambda_{10} + \mu_2\mu_{10} - \nu_2\nu_{10} = 0,\\
\lambda_1\lambda_{30} + \mu_1\mu_{30} - \nu_1\nu_{30} &= \lambda_3\lambda_{10} + \mu_3\mu_{10} - \nu_3\nu_{10} = 0,
\end{aligned}$$

de sorte que l'hypersphère (2) est encore conservée par une infinité de substitutions hyperboliques dépendant de huit paramètres arbitraires.

» Disons encore quelques mots de la substitution canonique (B), qui est la plus générale après celles que nous venons d'étudier. Supposons $\beta = 1$ pour simplifier. Pour que cette substitution reproduise la forme (3), il faut d'abord que l'on ait

$$C = B = B_0 = 0.$$

Il faut ensuite que l'on ait

$$\alpha\alpha_0 = 1 \quad \text{ou} \quad \alpha = \alpha_0,$$

ce qui montre que les substitutions (B) peuvent se répartir en deux classes qui peuvent être regardées comme des cas particuliers des substitutions elliptiques et hyperboliques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation du théorème de Jacobi sur les équations de Hamilton.* Note de M. J. **Farkas**, présentée par M. Hermite.

« Soit

$$(1)\quad \begin{cases} p + f(x, x_1, x_2, \ldots, x_n, p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0,\\ p = \dfrac{\partial y}{\partial x}, \quad p_1 = \dfrac{\partial y}{\partial x_1}, \quad p_2 = \dfrac{\partial y}{\partial x_2}, \quad \ldots, \quad p_n = \dfrac{\partial y}{\partial x_n}, \end{cases}$$

une équation aux dérivées partielles de premier ordre.

» En désignant par

$$\left.\begin{aligned} &(2)\quad x_i = x_i(x, x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0, p_1^0, p_2^0, \ldots, p_n^0)\\ &(3)\quad p_i = p_i(x, x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0, p_1^0, p_2^0, \ldots, p_n^0) \end{aligned}\right\}\ (i = 1, 2, \ldots, n),$$

où $x_i^0$ et $p_i^0$ sont les valeurs initiales de $x_i$ et $p_i$ correspondant à la valeur

initiale $x_0$ de $x$, les intégrales du système de Hamilton

$$(4) \qquad \frac{dx_i}{dx} = \frac{\partial f}{\partial p_i}, \quad \frac{dp_i}{dx} = -\frac{\partial f}{\partial x_i} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

dans l'expression

$$(5) \qquad y_m = \sum_{i=1}^{i=m} x_i^0 p_i^0 + \int_{x^0}^{x} \left( \sum_{i=1}^{i=n} p_i \frac{\partial f}{\partial p_i} - f \right) dx \qquad (m \gtreqless n).$$

Après l'exécution de l'intégration, pour les quantités

$$x_1^0, \; x_2^0, \; \ldots, \; x_m^0, \; p_{m+1}^0, \; p_{m+2}^0, \; \ldots, \; p_n^0,$$

substituons ses valeurs, fonctions des quantités

$$p_1^0, \; p_2^0, \; \ldots, \; p_m^0, \; x_{m+1}^0, \; x_{m+2}^0, \; \ldots, \; x_n^0,$$
$$x, \; x_1, \; x_2, \; \ldots, \; x_n,$$

tirées des équations (2).

» L'expression $y_m$, ainsi transformée, est une intégrale complète de l'équation (1); théorème dont celui de Jacobi et celui de M. Mayer sont des cas particuliers ($m = 0$, $m = n$). La démonstration a son analogue dans le Mémoire de M. Mayer (*Mathematische Annalen*, t. III).

» *Exemple.* — Pour l'équation $pp_1p_2 = 1$, notre théorème fournit les trois intégrales complètes

$$y_0 = 3\sqrt[3]{(x-a)(x_1-b)(x_2-c)} + d,$$
$$y_1 = \sqrt{\frac{(x-a)(x_1-b)}{c}} + cx_2 + d,$$
$$y_2 = \frac{x-a}{bc} + bx_1 + cx_2 + d,$$

dont la première répond au théorème de Jacobi et la troisième à celui de M. Mayer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les courbes du quatrième ordre.* Note de M. C. **Le Paige**, présentée par M. Hermite.

« Nous avons, dans une Communication précédente, montré comment on peut résoudre linéairement, à l'aide d'une cubique gauche $R_3$, le problème fondamental des involutions $I_4^3$ lorsque chacun des quatre groupes

caractéristiques qui définissent celle-ci est formé d'un point donné isolément et de trois points marqués par les plans qui les contiennent.

» Nous nous bornerons à employer cette solution générale, en réservant, pour un travail plus détaillé, les cas particuliers qui peuvent se présenter.

» Supposons que l'on se donne quatorze points $A_i (i = 1, 2, \ldots, 14)$ par lesquels nous voulons faire passer une quartique.

» Séparons ces quatorze points en deux groupes $G = (A_1, A_2, \ldots, A_{10})$; $G' = (A_{11}, A_{12}, \ldots, A_{14})$.

» Au groupe G adjoignons un point quelconque de $G'$, $A_{11}$ par exemple. Nous obtenons ainsi un groupe de onze points par lesquels nous pouvons faire passer des quartiques composées d'une cubique et d'une droite. Or nous pouvons aisément déterminer les groupes de quatorze points où chacune de ces quartiques rencontre une transversale $l$, ou plutôt les images de ces intersections sur une cubique gauche $R_3$. Il suffira, pour cela, de se rappeler la construction que nous avons donnée ailleurs [1], d'une cubique plane déterminée par neuf points et la méthode de détermination du plan qui coupe $R_3$ aux points correspondant à ceux où une transversale donnée rencontre la cubique.

» Nous aurons précisément ici des groupes de quatre points composés d'un point isolé et de trois points donnés par un plan.

» Toutes les quartiques du système $(A_1, A_2, \ldots, A_{11})$ déterminent, sur $l$, une $I_3^4$.

» Si l'on substitue à $A_{11}$ successivement $A_{12}$, $A_{13}$, $A_{14}$, nous aurons, sur $l$, quatre systèmes en $I_3^4$, qui auront, en général, un seul groupe commun.

» Ce groupe marquera les intersections de $l$ avec la quartique à construire.

» Faisons observer maintenant que, si la transversale $l$ passait déjà par un, deux, trois points connus du lieu cherché, nous pourrions, au lieu d'involution $I_3^4$, employer des involutions $I_2^3$, $I_1^2$, $I_0^1$ (ce dernier cas revenant à compléter un groupe de quatre points dont trois sont connus).

» Supposons, pour fixer les idées, que $l$ passe par $A_{13}$, $A_{14}$.

» Alors, dans l'involution $I_3^4$, déterminée par les courbes du système $(A_1, A_2, \ldots, A_{10}, A_{11})$, nous chercherions les couples correspondant à $A_{13}$, $A_{14}$, ce qui nous donnerait une $I_1^2$.

---

[1] *Acta mathematica*, t. III, p. 187 et suiv.

» Le système $(A_1, A_2, \ldots, A_{10}, A_{12})$ nous donnerait de même une $I_1'^2$; ces deux involutions quadratiques ont, en général, un seul couple commun, qui marque les deux dernières intersections de $l$ avec la courbe à construire.

» Ces problèmes étant résolus, nous voyons que, si nous choisissons arbitrairement, parmi les quatorze points, quatre points $A_1, A_2, A_3, A_4$, les droites $A_1A_2$, $A_3A_4$, $A_1A_3$, $A_2A_4$ nous permettront de construire les couples $A'_1A'_2$, $A'_3A'_4$, $A''_1A''_3$, $A''_2A''_4$.

» Alors, les points $A''_1A''_2$, $A''_3A''_4$ nous conduiront à des couples $A'''_1A'''_2$, $A'''_3A'''_4$, dont les deux premiers seuls devront être déterminés, puisque les huit points $A'_1A'_2$, $A'_3A'_4$, $A'''_1A'''_2$, $A'''_3A'''_4$ sont une conique $C_2$.

» Nous avons ainsi deux quartiques composées l'une de quatre droites, l'autre de deux droites et d'une conique formant, avec la courbe $C_4$ à construire, un faisceau.

» En faisant pivoter autour de $A_5$, par exemple, une droite, celle-ci rencontrera les trois quartiques en trois groupes de quatre points qui sont en $I_1^4$.

» Il suffira de déterminer, sur chacune d'elles, les trois points qui, avec $A_5$, constituent un quaterne de l'involution.

» Nous pouvons observer, en passant, que le même procédé s'applique à des courbes de degré $n$.

» Posons $\mu = \frac{n(n+3)}{2}$ et supposons que l'on se donne les points $A_1, A_2, \ldots, A_\mu$.

» Nous les séparons en deux groupes

$$G = (A_1 A_2 \,..\, A_{\mu-n}), \quad G' = (A_{\mu-n+1} \ldots A_\mu).$$

» Chaque groupe $G_1$, composé de $G$ et d'un point de $G'$, contient $\frac{(n-1)(n+2)}{2} + 2$ points : il en résulte que, par ces points, nous pouvons faire passer des courbes d'ordre $n$ composées d'une droite et d'une courbe d'ordre $(n-1)$.

Les $n$ groupes $G_1, G_2, \ldots, G_n$ ainsi formés nous donnent, sur une transversale $l$, $n$ systèmes en $I_{n-1}^n$ qui ont, en général, un seul groupe commun.

» Des combinaisons analogues à celles que nous avons employées pour les quartiques nous permettront de ramener la construction de la courbe cherchée à celles de courbes du $(n-1)^{\text{ième}}$ ordre.

» Nous nous bornerons à cette indication générale d'une méthode que nous espérons développer ailleurs. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la propagation de la lumière dans un milieu cristallisé*. Note de Mme **Sophie Kowalevski**, présentée par M. Hermite.

« Dans ses *Leçons sur l'élasticité*, Lamé ramène la question de la propagation de la lumière dans un milieu cristallisé à l'intégration d'un système de trois équations aux différences partielles

$$\frac{\partial^2\xi}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial y}\left(a^2\frac{\partial\eta}{\partial x} - b^2\frac{\partial\xi}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(c^2\frac{\partial\xi}{\partial z} - a^2\frac{\partial\zeta}{\partial x}\right),$$
$$\frac{\partial^2\eta}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial z}\left(b^2\frac{\partial\zeta}{\partial y} - c^2\frac{\partial\eta}{\partial z}\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(a^2\frac{\partial\eta}{\partial x} - b^2\frac{\partial\xi}{\partial y}\right),$$
$$\frac{\partial^2\zeta}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x}\left(c^2\frac{\partial\xi}{\partial z} - a^2\frac{\partial\zeta}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(b^2\frac{\partial\zeta}{\partial y} - c^2\frac{\partial\eta}{\partial z}\right).$$

» Dans ces équations, $t$ représente le temps, $x, y, z$ les coordonnées d'un point du milieu vibrant, $\xi, \eta, \zeta$ les projections de l'écart de ce point de sa position d'équilibre et $a^2, b^2, c^2$ les trois constantes optiques du cristal.

» Lamé a trouvé trois expressions analytiques pour $\xi, \eta, \zeta$ qui satisfont à ces équations et qui peuvent représenter par conséquent un certain mouvement vibratoire ayant lieu à l'intérieur du milieu pendant la propagation d'une onde lumineuse, émanant d'un seul centre de vibration. Pourtant ces expressions, trouvées par Lamé à l'aide d'un calcul très pénible, mais extrêmement ingénieux, offrent certaines particularités qui font que le mouvement représenté par elles est physiquement impossible, car elles se présentent sous la forme $\frac{0}{0}$ pour chaque point d'un axe optique et deviennent $\infty$ pour le centre de vibrations lui-même. Pour expliquer ce résultat étrange, Lamé a eu recours à l'hypothèse de l'existence d'un éther impondérable qui entoure chaque molécule de la matière vibrante et joue, pour ainsi dire, le rôle d'un coussin élastique. Du reste, cette hypothèse, exprimée par Lamé comme simple possibilité, n'est nullement développée par lui dans ses conséquences mathématiques.

» Dans le travail que je viens de terminer, je me suis occupée de chercher un système d'intégrales générales du système d'équations proposé et j'y suis parvenue à l'aide d'une méthode que M. Weierstrass avait déjà trouvée depuis bien longtemps, mais qui n'avait pas encore eu d'application jusqu'ici. Les résultats auxquels je suis parvenue peuvent s'exprimer de la manière suivante :

» Si, en employant les abréviations introduites par Lamé,

$$q = a^2 b^2 c^2,$$
$$R = x^2 + y^2 + z^2,$$
$$P = a^2 x^2 + b^2 y^2 + c^2 z^2,$$
$$Q = a^2(b^2 + c^2)x^2 + b^2(c^2 + a^2)y^2 + c^2(a^2 + b^2)z^2,$$

je définis une certaine quantité $t$ par l'équation

$$qt^4 - Qt^2 + RP = 0,$$

l'équation $t =$ const. représentera une *surface d'onde*. Cette surface est formée de deux nappes qui n'ont que quatre points communs entre elles; je puis me figurer ces deux nappes comme séparées l'une de l'autre et j'obtiens alors un espace uniforme, limité par une de ces nappes (l'extérieure par exemple).

» Cela posé, je trouve trois fonctions particulières $\varphi_1(x, y, z)$, $\varphi_2(x, y, z)$, $\varphi_3(x, y, z)$, qui ont la propriété suivante : si je représente par $f(x, y, z)$ une fonction ayant, pour chaque point de l'espace considéré, une valeur finie et déterminée, de même que ses deux premières dérivées, mais qui pour le reste est absolument arbitraire, et si je pose

$$\xi = \int\int\int \varphi_1(u, v, w) f(x + u, y + v, z + w)\, du\, dv\, dw,$$
$$\eta = \int\int\int \varphi_2(u, v, w) f(x + u, y + v, z + w)\, du\, dv\, dw,$$
$$\zeta = \int\int\int \varphi_3(u, v, w) f(x + u, y + v, z + w)\, du\, dv\, dw,$$

où la triple intégration est étendue à tous les points de l'espace limité par une nappe (extérieure ou intérieure) d'une surface d'ondes correspondant à une valeur quelconque de $t$, $\xi$, $\eta$, $\zeta$ seront des fonctions de $x, y, z, t$ qui satisferont au système d'équations proposé.

» En adjoignant à ces valeurs $\xi$, $\eta$, $\zeta$ d'autres à peu près de la même forme, je parviens à un système de valeurs $\xi$, $\eta$, $\zeta$ qui me permet de démontrer : 1° qu'il satisfait au système d'équations proposé; 2° que pour $t = 0$ chacune des quantités $\xi$, $\eta$, $\zeta$, de même que leurs premières dérivées par rapport à $t$, deviennent égales à des fonctions données de $x, y, z$, qui doivent être choisies pourtant en accord avec l'équation

$$\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial x} = 0.$$

» Ces formules générales représentent un certain mouvement possible physiquement sans avoir recours à l'hypothèse de l'éther. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la distribution du potentiel dans une masse liquide ayant la forme d'un prisme rectangulaire indéfini.* Note de MM. **Appell** et **Chervet**.

« Soit une masse liquide indéfinie ayant la forme d'un prisme droit à base rectangle; si l'on place en deux points de cette masse les deux électrodes d'une pile, un régime permanent s'établit et le prisme devient le siège d'un courant constant. Appelons $V(x, y, z)$ le potentiel en un point de coordonnées $x, y, z$ situé à l'intérieur du prisme, potentiel que l'on peut mesurer en reliant ce point par un fil avec un électroscope isolé. D'après l'hypothèse de M. Kirchhoff, rappelée dans le *Traité d'électricité* de MM. Mascart et Joubert, p. 218 et 230, nous admettrons que la quantité d'électricité qui, dans l'unité de temps, traverse un élément de surface $dS$, situé dans l'intérieur du prisme, est proportionnelle à $-\frac{\partial V}{\partial n}dS$, $\frac{\partial V}{\partial n}$ désignant la dérivée de V prise suivant la normale à $dS$. Les conditions analytiques auxquelles est assujettie cette fonction $V(x, y, z)$ sont les suivantes : dans l'intérieur de la masse liquide, elle vérifie l'équation $\Delta V = 0$ qui joue ici le rôle de l'équation de continuité en Hydrodynamique; de plus, les surfaces de niveau $V =$ const. sont normales aux parois et, parmi ces surfaces, se trouvent celles des deux électrodes. Nous nous proposons, dans cette Note, de donner l'expression analytique de cette fonction V : c'est à cette expression qu'il est fait allusion au commencement de la Note que M. Appell a présentée à l'Académie dans l'avant-dernière séance.

» Rapportons le prisme considéré à trois axes rectangulaires $Ox$, $Oy$, $Oz$, choisis de telle façon que les quatre faces du prisme aient pour équations respectives

$$x = \frac{a}{2}, \quad x = -\frac{a}{2}, \quad y = 0, \quad y = \frac{b}{2};$$

les deux électrodes sur la surface desquelles le potentiel a des valeurs constantes $+V_0$ et $-V_0$ sont situées l'une à l'origine des coordonnées, l'autre au point $x = 0$, $y = \frac{b}{2}$, $z = 0$; ces électrodes sont supposées avoir la forme de sphères de rayon très petit par rapport aux dimensions du prisme.

» En nous appuyant sur le principe des images, nous sommes conduits, pour la fonction V, à l'expression suivante, que nous vérifierons ensuite. Si

nous supposons l'espace indéfini rempli de la substance conductrice et, dans le plan $z = 0$, une infinité d'électrodes positives de potentiel $+ V_0$ aux points de coordonnées $x = ma, y = 2p\frac{b}{2}$, puis une infinité d'électrodes négatives de potentiel $- V_0$ aux points $x = ma, y = (2p+1)\frac{b}{2}$ ($m$ et $p$ étant des entiers quelconques positifs, négatifs ou nuls), la valeur du potentiel en chaque point du prisme sera la même que si le prisme était considéré seul avec ses deux électrodes; par suite, en posant

$$R_{m,n} = + \sqrt{(x - ma)^2 + \left(y - n\frac{b}{2}\right)^2 + z^2},$$

l'expression de ce potentiel sera, à une constante près,

$$(1) \qquad V(x, y, z) = \sum_{m,p=-\infty}^{m,p=+\infty} \left(\frac{1}{R_{m,2p}} - \frac{1}{R_{m,2p+1}}\right),$$

formule analogue à celle qui a été donnée par M. Chervet dans sa Note du 24 septembre 1883. Cette série (1) peut être mise sous la forme de la différence de deux séries absolument convergentes. Pour le montrer, posons

$$r_{m,n} = + \sqrt{(x - ma)^2 + (y - nb)^2 + z^2}, \quad \rho_{m,n} = + \sqrt{m^2 a^2 + n^2 b^2},$$

et considérons la fonction

$$(2) \qquad \varphi(x, y, z) = \frac{1}{r_{0,0}} + \sum{}' \left(\frac{1}{r_{m,n}} - \frac{1}{\rho_{m,n}} - \frac{amx + bny}{\rho_{m,n}^3}\right),$$

où la somme $\Sigma'$ est étendue à toutes les valeurs entières de $m$ et $n$ de $-\infty$ à $+\infty$, la combinaison $m = n = 0$ étant exceptée. La convergence de cette série (2) se démontre par la méthode que M. Appell a employée à l'égard d'une série analogue dans sa Note du 5 février 1883. La fonction $\varphi(x, y, z)$ ainsi obtenue est paire par rapport à chacune des variables $x$, $y$, $z$; elle vérifie l'équation $\Delta\varphi = 0$ et les deux relations

$$(3) \qquad \varphi(x + a, y, z) = \varphi(x, y + b, z) = \varphi(x, y, z).$$

» Le potentiel V est alors donné, à un facteur constant près, par la formule

$$(4) \qquad V(x, y, z) = \varphi(x, y, z) - \varphi\left(x, y + \frac{b}{2}, z\right).$$

» On vérifie facilement, en s'appuyant sur les propriétés de la fonction

$\varphi(x, y, z)$, que la fonction définie par l'équation (4) remplit toutes les conditions analytiques que avons rappelées et qui, comme il est connu, déterminent complètement le potentiel cherché. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la loi de Joule.* Note de M. **P. Garbe.**

« Au cours d'un travail que j'ai entrepris sur la relation qui existe entre la nature des radiations émises par les lampes à incandescence et l'énergie rayonnée par ces lampes, j'ai été amené à la vérification de la loi de Joule dans le cas des corps incandescents, et, quoique l'exactitude de cette loi ne paraisse pas devoir être mise en doute, les résultats auxquels je suis arrivé sont assez nets pour que je demande à l'Académie la permission de les lui présenter.

» La manière la plus directe de mesurer l'énergie rayonnée par une pareille lampe est de la plonger dans un calorimètre et de mesurer l'échauffement qu'elle y produit; mais les déterminations calorimétriques seraient tellement délicates et incommodes que je préférai leur substituer la mesure électrique de l'énergie dépensée, par la détermination de l'intensité du courant et de la différence des potentiels aux bornes de la lampe. Toutefois, avant de faire cette substitution, je tenais à m'assurer que les nombres absolus fournis par les appareils dans ces deux modes de détermination étaient concordants, et, en second lieu, que la loi de Joule s'appliquait aux températures si élevées auxquelles le charbon se trouve porté.

» Je me suis servi du calorimètre de M. Berthelot. Deux thermomètres, donnant le $\frac{1}{50}$ de degré par divisions de $1^{mm}$ environ, plongent, l'un dans l'enceinte extérieure, l'autre dans le calorimètre par l'ouverture rectangulaire du couvercle. La lampe à incandescence est suspendue au sein du liquide par deux gros fils de cuivre recouverts de gutta, qui traversent côte à côte les ouvertures centrales des couvercles et viennent plonger à leur sortie dans deux godets A, B remplis de mercure, où aboutissent également les fils de l'électromètre. Deux autres godets, situés en face des premiers, reçoivent les fils qui amènent le courant et qui sont assez gros pour ne pas s'échauffer pendant l'expérience.

» La mesure de l'intensité se faisait au moyen d'un galvanomètre de Weber, muni d'un shunt au $\frac{1}{100}$ environ, et mis en dérivation sur le courant principal. Ce galvanomètre, muni du shunt, avait été gradué en ampères par la décomposition du sulfate de cuivre, en partant des données de M. Mascart.

» N'ayant pas à ma disposition d'électromètre Thomson, j'ai construit un électromètre ordinaire de M. Lippmann, dont j'ai déterminé la courbe. Au moyen d'éléments Daniell mis en opposition et d'un commutateur, j'obtenais la différence de potentiel entre A et B par une indication de l'électromètre inférieure à $0^d,5$. La force électromotrice d'opposition de ces daniells fut déterminée, au moyen du galvanomètre précédent, par la méthode indiquée par M. Crova ([1]).

» La mesure des différences de potentiel en A et B, pendant la marche de la lampe, doit être faite avec soin. On sait, en effet, que la résistance du charbon diminue rapidement à mesure que sa température s'élève, à tel point que, dans la lampe Maxim qui a servi à mes expériences, cette résistance qui, à froid, est de $5^{ohms},4$, n'est plus que de $3^{ohms}$ pour une intensité du courant égale à $2^{amp},4$.

» Une première détermination, faite avec environ $600^{gr}$ d'eau distillée dans le calorimètre, m'a donné :

| Intensité en ampères. | Travail électrique dépensé en $10^m$. | Chaleur reçue par le calorimètre en $10^m$. |
|---|---|---|
| 0,926 ............ | $430^{cal},94$ | $430^{cal},71$ |

l'équivalent mécanique de la chaleur étant pris égal à 0,428.

» La concordance de ces nombres est parfaite et même inespérée; car, bien que les conditions calorimétriques fussent excellentes, l'erreur possible de $\frac{1}{200}$ de degré changerait de 3 unités le nombre de calories dégagées.

» M'étant aperçu que, pour de fortes intensités, des traces d'électrolyse se manifestaient entre les fils si rapprochés de la lampe; n'ayant plus, d'ailleurs, pour la vérification de la loi de Joule, à faire de mesures absolues, je remplaçai l'eau par de l'alcool à 95°. A ce titre, l'alcool, tout en isolant parfaitement, n'est pas assez hygrométrique pour troubler les expériences. D'ailleurs le calorimètre avait été fermé, et cette condition est indispensable si l'on veut que les radiations de toute nature, émises par le charbon incandescent, soient retenues dans l'appareil.

» D'après la nature du phénomène calorifique à mesurer, il semblait naturel d'appliquer la méthode de compensation de Rumford; mais je n'ai pas tardé à m'apercevoir, ainsi que l'a montré M. Berthelot, que, même dans le cas actuel, ce mode de correction est illusoire. En se plaçant, au contraire, dans les conditions indiquées par M. Berthelot et en ayant soin

---

([1]) *Journal de Physique*, t. III, p. 278.

que l'élévation de température du calorimètre ne dépasse pas 2°, la correction du rayonnement est insignifiante et le seul refroidissement qu'éprouve l'appareil est dû à l'évaporation de l'alcool. Aussi la chute de température, à la fin d'une expérience, ne dépassait-elle jamais 0°,006 à la minute.

» Le Tableau suivant donne les résultats obtenus :

| Déviation du galvanomètre $= \delta$. | Différence de potentiel en daniells $= e$. | Élévation de température rapportée à 10m de passage $= \theta$. | Rapport $\frac{\delta e}{\theta}$. |
|---|---|---|---|
| 39 ................ | 1,49 | 0,323 | 179,9 |
| 140,5 ................ | 4,083 | 3,189 | 179,8 |
| 187,8 ................ | 5,228 | 5,43 | 180,8 |
| 231,4 ................ | 6,25 | 8,02 | 180,3 |

» Si l'on se reporte aux nombres donnés par Lenz, on voit qu'ils présentent entre leurs extrêmes une différence de $\frac{1}{11}$ environ de leur valeur, quoique cependant les fils, s'échauffant peu, restassent presque identiques à eux-mêmes, tant au point de vue de leur structure que de la nature des radiations qu'ils émettaient. La vérification actuelle ne paraîtra donc pas sans intérêt, si l'on remarque que la température du charbon a varié depuis les températures ordinaires jusqu'à celles où son rayonnement est voisin de celui de la lampe Carcel, ainsi que je l'ai reconnu par la comparaison de ces deux sources au spectrophotomètre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique des dissolutions salines très étendues.* Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Jamin.

« Dans une Note antérieure [1], j'ai établi que l'équivalent de tous les sels neutres en dissolution très étendue possède la même conductibilité électrique. Les expériences avaient été réalisées à la température moyenne de l'air du laboratoire. Il restait à savoir si la même relation continuerait à se vérifier à des températures différentes.

» Pour m'en assurer, j'ai comparé la conductibilité électrique de dissolutions identiques d'un même sel maintenues à des températures différentes, qui ont varié arbitrairement de 2° à 44°, et j'ai déterminé la loi de la variation de la conductibilité avec la température. Voici les résultats que j'ai obtenus :

[1] Voir *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 140; 21 janvier 1884.

» 1° La conductibilité électrique d'un sel neutre en dissolution très étendue croît proportionnellement à l'élévation de la température, d'après la formule

$$c_t = c_0(1 + kt).$$

» 2° Le coefficient $k$ est le même pour tous les sels neutres [1]. On s'en convaincra par l'examen du Tableau suivant :

| Nature du sel. | Proportion de sel. | $k$. | Nombre d'expériences. |
|---|---|---|---|
| KCl | $\frac{1}{200}$ | 0,0332 | 8 |
| | $\frac{1}{1000}$ | 0,0340 | 1 |
| | $\frac{1}{4000}$ | 0,0333 | 2 |
| $AzH^4Cl$ | $\frac{1}{200}$ | 0,0354 | 4 |
| $KO, SO^3$ | » | 0,0319 | 3 |
| $KO, CrO^3$ | » | 0,0326 | 4 |
| $KO, AzO^5$ | » | 0,0343 | 3 |
| $PbO, AzO^5$ | » | 0,0358 | 3 |
| $AgO, AzO^5$ | » | 0,0320 | 3 |
| $CuO, SO^3 + 5HO$ | » | 0,0338 | 4 |
| | Moyenne | 0,033543 | |

» Ainsi la conductibilité de toutes les dissolutions étudiées est une même fonction de la température. Le rapport de ces conductibilités demeure donc invariable quand la température change, et la loi des équivalents, établie vers 15°, est exacte à toute autre température.

» Ce résultat était, *a priori*, assez vraisemblable. Mais les expériences actuelles tirent un intérêt particulier de la valeur numérique trouvée pour le coefficient $k$ de variation de la conductibilité avec la température.

» M. Grossmann [2] a déduit des expériences de MM. Kohlrausch et Grotrian sur la conductibilité de divers chlorures et du sulfate de zinc en dissolution dans l'eau, et de celles de M. Grotrian sur le frottement intérieur des mêmes dissolutions, une loi dont voici l'énoncé : *Le produit de la conductibilité électrique par le frottement intérieur est, pour un même sel, au même état de dilution, indépendant de la température.* Pour les dilutions extrêmes que

---

(1) M. F. Kohlrausch (*Wied. Ann.*, VI, p. 191 et suiv.) avait déjà observé que la variation de la conductibilité électrique avec la température est sensiblement la même pour un grand nombre de sels neutres en dissolution étendue. La plus faible concentration qu'il ait employée est $\frac{1}{20}$. La loi n'est rigoureusement exacte que pour des dilutions bien plus grandes.

(2) Grossmann, *Wied. Ann.*, t. XVIII, p. 119.

j'emploie, cet énoncé devient : *Le produit de la conductibilité électrique d'une dissolution saline par le frottement intérieur de l'eau est indépendant de la température*, ou, ce qui revient au même, *La conductibilité électrique varie proportionnellement à la quantité d'eau qui s'écoule dans un même temps à travers un même tube capillaire aux diverses températures et sous une même pression.*

» D'après Poiseuille ([1]), cette quantité d'eau varie proportionnellement au trinôme

$$(1) \qquad 1 + 0,0336793\,t + 0,000209936\,t^2,$$

tandis que, d'après l'ensemble de mes expériences, la conductibilité de dissolutions salines étendues varie proportionnellement au binôme

$$(2) \qquad 1 + 0,033543\,t.$$

Les limites de températures des expériences de Poiseuille et des miennes sont très sensiblement les mêmes.

» Il est impossible de ne pas être frappé de l'identité presque absolue du coefficient des termes en $t$ dans les formule (1) et (2); mais la formule de la conductibilité est plus simple : elle n'admet pas de termes en $t^2$. La moyenne des meilleures expériences effectuées d'une part entre 2° et 24°, d'autre part entre 2° et 44°, me donne, en effet :

De 2° à 24° .......................... $k = 0,034022$
De 2° à 44° .......................... $k = 0,033838$

nombres identiques à $\frac{1}{150}$ près. Le *frottement électrolytique*, auquel il faut attribuer la résistance électrique, est donc un phénomène de même nature, mais un peu plus simple que le frottement intérieur, tel qu'il est évalué par le moyen des tubes capillaires. L'action de la paroi des tubes doit, en effet, introduire des complications particulières.

» On sait que l'électrolyse des dissolutions salines s'accompagne du transport d'une certaine quantité d'eau, effectué dans le sens du courant. On peut imaginer que les molécules électrolytiques entraînent chacune une petite atmosphère d'eau, qui doit se déplacer avec elles au sein de la masse liquide immobile; il en résulte un frottement qui, dans le cas limite où je me suis placé, est celui de l'eau sur elle-même. Tel serait, dans ce cas, le mécanisme très simple de la résistance électrique des dissolutions

([1]) Poiseuille, *Mémoire des savants étrangers*, t. XI, p. 433. Voir aussi le *Rapport* de Regnault sur le Mémoire de Poiseuille (*Annales de Ch. et de Phys.*, 3e série, t. VII, p. 50).

salines étendues. Celle-ci ne dépendrait que du coefficient de frottement de l'eau et du nombre de molécules d'eau entraînées par les éléments d'une molécule de sel. La loi des équivalents, que j'ai énoncée, signifierait que, dans les dissolutions très étendues, le nombre de molécules d'eau entraînées par une molécule des divers sels neutres est invariable [1]. »

CHIMIE. — *Essais de liquéfaction de l'hydrogène.* Note de M. **K. Olszewski.**

« Bien que mes expériences tendant à liquéfier l'hydrogène, expériences que je poursuis depuis quelques mois, n'aient pas encore abouti à un résultat définitif, je crois opportun de communiquer à l'Académie un aperçu de ces tentatives, d'autant plus que M. Wroblewski, dans une Communication faite à l'Académie de Cracovie le 21 janvier, déclare avoir réussi à liquéfier ce gaz.

» M. Wroblewski dit avoir obtenu la liquéfaction de l'hydrogène par détente, en abaissant la température jusqu'à — 186°C., à l'aide de l'oxygène bouillant avec rapidité. Il a mesuré cette température à l'aide d'un procédé thermo-électrique, mais il n'a pas précisé le phénomène de la liquéfaction de l'hydrogène, ni donné de détails sur la pression de l'oxygène bouillant.

» Dans la même séance, l'Académie de Cracovie a donné lecture de mes deux lettres concernant le même sujet; je me permets d'en communiquer ici le contenu.

» Après avoir comprimé l'hydrogène jusqu'à $100^{atm}$, au moyen d'une pompe de M. Cailletet, je l'ai soumis au refroidissement par l'oxygène liquéfié ($6^{cc}$ environ) et j'ai supprimé toute pression. Grâce à la construction de mon appareil, j'ai pu éliminer l'échauffement de l'oxygène liquide par l'éthylène environnant et le maintenir à cet état pendant un temps assez long ($2^{cc}$ environ) sous la pression atmosphérique.

» La température n'étant pas encore assez basse pour liquéfier l'hydrogène, ni à l'état statique, ni par détente, j'ai fait bouillir l'oxygène dans le vide. Cette expérience ayant encore échoué, j'ai cherché à abaisser la température à l'aide de l'air liquéfié. Pour en obtenir $6^{cc}$ sous la pression de $50^{atm}$, j'ai dû abaisser la température de l'éthylène jusqu'à — 142° C., en faisant le vide à l'aide d'une pompe mise en mouvement par un moteur

---

[1] Ce travail a été exécuté au laboratoire de Recherches physiques de la Faculté des Sciences.

à gaz. Cet air liquide était mis en ébullition d'abord sous la pression atmosphérique et ensuite dans le vide; il s'évaporait bien plus vite que l'oxygène et ne me laissait que très peu de temps pour l'observation de l'expérience. L'hydrogène n'a pas été liquéfié, ni sous la pression de $100^{atm}$, ni au moment de la détente.

» L'air et l'oxygène liquides restaient toujours transparents et ne se solidifiaient pas même dans le vide. Ce n'est que dans mes premières expériences que je voyais l'oxygène déposer sur le tube de verre une couche blanchâtre, assez mince, mais ne permettant pas de voir ce qui se passait avec l'hydrogène. Bientôt après, j'ai constaté que ce dépôt était dû à l'acide carbonique et à l'eau, qui se formaient par l'oxydation du cuir du piston pendant la compression de l'oxygène dans l'appareil de Natterer; en éliminant ces impuretés avant la liquéfaction de l'oxygène, ces dépôts ont cessé de reparaître.

» Ces résultats ont été annoncés dans mes deux Lettres adressées à l'Académie de Cracovie; les deux expériences que j'ai faites depuis ce temps ont été plus heureuses et plus positives. Elles démontrent que l'hydrogène, soumis à la pression de $190^{atm}$ et refroidi par l'oxygène bouillant dans le vide ($6^{mm}$ de mercure), ne laisse pas reconnaître de ménisque; mais, quand on lui fait subir une détente rapide, il laisse voir une ébullition momentanée, ne durant pas même une seconde, et projette de petites gouttes incolores et transparentes dans la partie supérieure du tube. Ce phénomène est donc absolument analogue à celui que M. Cailletet a observé dans l'oxygène refroidi par l'éthylène (bouillant sous la pression atmosphérique) et soumis à une détente subite. J'en conclus que la température de l'oxygène bouillant dans le vide est aussi peu suffisante pour liquéfier l'hydrogène soumis à une pression même considérable, que l'est la température de l'éthylène bouillant sous la pression atmosphérique pour obtenir l'oxygène liquide à l'état statique. Il me semble que l'évaporation de l'oxygène liquide ne peut pas donner de température sensiblement plus basse que celle qui a servi à mes expériences. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un bec de gaz donnant la lumière blanche par l'incandescence de la magnésie.* Note de M. **Ch. Clamond**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« L'intensité de la lumière émise par un corps radiant, croissant beaucoup plus vite que sa température, comme l'ont établi les expériences de

M. Edm. Becquerel, je me suis proposé de réaliser sur ce principe un brûleur économique donnant la lumière blanche et dans lequel l'air comburant est porté au préalable à une température d'environ 1000° C. J'ai dû, en outre, préparer des fils de magnésie tressés en corbeille, disposition nécessaire pour pouvoir colliger la chaleur des différents points de la flamme dont le volume est d'autant plus grand que l'air comburant est plus chaud et plus dilaté. Dans le premier brûleur que j'avais réalisé, j'étais obligé d'user d'une canalisation spéciale pour lui amener l'air, sous une charge de quelques centimètres d'eau. Mais, dans le nouveau système, l'appel d'air se fait simplement au moyen d'une cheminée de verre, et l'appareil peut se visser à la place de n'importe quel bec de gaz ordinaire.

» Il se compose de trois parties distinctes :

» La première consiste en une colonne centrale en matière réfractaire, percée de conduites disposées pour alimenter de gaz le foyer intérieur destiné au chauffage de l'air et le foyer supérieur destiné à l'incandescence de la magnésie.

» La deuxième partie, qui enveloppe la première, consiste en deux cylindres concentriques réunis et solidarisés par des entretoises creuses, mettant en communication l'intérieur du plus petit cylindre avec l'extérieur du plus grand.

La troisième partie renferme les deux autres. C'est une enveloppe en porcelaine, percée de trous convenablement disposés.

» La combustion du premier foyer a lieu dans l'espace annulaire compris entre les deux premières parties. Ses produits sont évacués excentriquement par les entretoises creuses. Elle a pour effet de chauffer au rouge le tube intérieur de la deuxième partie.

» L'air qui pénètre par les trous de l'enveloppe frappe ce tube incandescent, s'échauffe fortement à son contact et s'élève vers le foyer supérieur où les jets de gaz sont disposés de manière à donner de petites flammes indépendantes, enveloppées chacune par le courant d'air chaud et effectuant leur combustion complète dans l'intérieur de la corbeille de magnésie.

» Pour fabriquer cette corbeille, je prépare une pâte plastique de magnésie, en malaxant avec une dissolution d'acétate de magnésie, de consistance sirupeuse, cette substance cuite à une température élevée et finement pulvérisée. J'introduis cette pâte dans un cylindre d'où, sous la pression d'un piston compresseur, elle s'écoule par une filière en un fil flexible et résistant, analogue aux fils de vermicelle. Ce fil est enroulé

mécaniquement sur un mandrin conique, suivant deux plans à angle droit, les différentes spires superposées se soudant entre elles à leur point de contact.

» Les corbeilles, une fois fabriquées, sont séchées et cuites ensuite à une température élevée, la décomposition de l'acétate de magnésie laissant un résidu de magnésie solide qui agglomère la poudre de magnésie incorporée.

» Comme dans tous les autres systèmes, le rendement en lumière de ce brûleur varie suivant la puissance du foyer. Le brûleur est d'autant plus économique qu'il est plus puissant.

» Toutefois son rendement lumineux est bien supérieur, pour des consommations identiques, à celui des becs de gaz ordinaires. Avec une dépense de $180^{lit}$ de gaz à l'heure, il donne quatre carcels, ce qui porte sa consommation par carcel et par heure, à $45^{lit}$ de gaz.

» La durée des corbeilles de magnésie dépend de la grosseur du fil. Elle est au moins de douze à quinze heures. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la loi des constantes thermiques de substitution.* Note de M. **D. Tommasi**. (Extrait.)

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter récemment à l'Académie, je m'étais proposé de montrer que les calories de combinaison des fluorures solubles, obtenues par M. Guntz, sont exactement les mêmes que les calories de combinaison que la loi des constantes thermiques permet de prévoir. Je n'ai jamais eu la prétention de critiquer les résultats obtenus par M. Guntz, et encore moins de me les approprier. Si ma loi semble être en défaut lorsqu'il s'agit de prévoir les calories de combinaison des acides faibles avec les bases, cela tient, comme je l'ai dit, à ce que ces sels se trouvent partiellement dissociés dans l'eau. Dans ce cas, ce sont les résultats de l'expérience qui ne sont ni ne peuvent être exacts.

« La loi des modules, dit M. Berthelot, n'est pas applicable, même par » approximation, aux sels solubles des oxydes de plomb, de mercure et des » métaux analogues. »

» Or ma loi s'applique au contraire, non seulement aux sels de plomb et de mercure, mais aussi à tous les autres sels solubles, sans aucune exception, comme le montre la comparaison des nombres calculés avec les nombres fournis par l'expérience....

» Le formiate et l'acétate de zinc, de cuivre et de plomb présentent seuls

des différences assez grandes. Ce résultat est dû à ce que ces composés ont un coefficient de dissociation bien plus considérable que celui de l'acétate et du formiate de potassium. On sait, en effet, combien les solutions des acétates et des formiates métalliques sont peu stables par rapport à celles de l'acétate et du formiate de potassium.

» Quant aux composés solubles du mercure, je ne puis établir aucune comparaison entre l'expérience et la théorie, attendu que les calories de combinaison de ces composés n'ont pas encore été déterminées.... »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation de l'iodure de méthyle et de l'iodure de méthylène aux dépens de l'iodoforme.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, j'ai dit que l'iodoforme donnait naissance à de l'acétylène quand on le chauffe avec certains métaux en présence de l'eau; ceci a lieu spécialement pour l'argent, le cuivre, le zinc et le fer. Je signalais, corrélativement à la production du gaz acétylène, un dérivé iodé liquide à odeur éthérée agréable, et un corps iodé que j'ai recueilli à l'état gazeux.

» L'étude de ces produits congénères m'a permis d'établir qu'il se formait constamment, dans cette réaction, de l'hydrogène, de l'iodure de méthyle ou formène monoiodé, et de l'iodure de méthylène ou formène biiodé. L'hydrogène entraîne des vapeurs d'iodure de méthyle qui lui prêtent les caractères que j'avais constatés dans la flamme du mélange gazeux.

» Les conditions les plus favorables à la production simultanée de l'iodure de méthyle et de l'iodure de méthylène aux dépens de l'iodoforme sont les suivantes :

» On a recours préférablement au fer réduit par l'hydrogène, qui donne une réaction plus facile à diriger qu'avec le zinc; $500^{gr}$ de fer réduit sont mélangés intimement avec $500^{gr}$ d'iodoforme finement pulvérisé, puis additionnés de $200^{gr}$ d'eau. Cette proportion d'eau est indispensable à la marche régulière de l'opération. On chauffe; peu à peu la réaction s'établit. On l'entretient en continuant à chauffer légèrement.

» On recueille $120^{gr}$ d'un mélange de $40^{gr}$ d'iodure de méthyle $CH^3I$ et de $80^{gr}$ d'iodure de méthylène $CH^2I^2$, qu'on sépare facilement en chauffant dans le vide. On évite ainsi la décomposition de l'iodure de méthylène par la chaleur.

» J'ai caractérisé les deux corps par leur point d'ébullition et leur densité.

» Cette double réaction s'explique aisément par les équations suivantes :

$$CHI^3 + 2Fe + H^2O = CH^3I + FeI^2 + FeO,$$
$$2(CHI^3) + 2Fe + H^2O = 2(CH^2I^2) + FeI^2 + FeO,$$

lequel protoxyde de fer, à l'état d'hydrate sans doute, devient oxyde de fer magnétique avec dégagement d'hydrogène à la fin de l'opération.

» L'analyse méthodique de la réaction m'a permis d'établir qu'il se fait d'abord de l'acétylène, de l'iodure de méthylène, puis de l'iodure de méthyle et de l'hydrogène. A la fin de la réaction, on ne recueille que de l'hydrogène souillé de vapeurs d'iodure de méthyle. L'action hydrogénante est donc progressive.

» En résumé, le fer et l'eau agissant sur l'iodoforme permettent de passer facilement du formène triiodé à ses produits de substitution inférieurs.

» L'iodure de méthylène a déjà été obtenu aux dépens de l'iodoforme, mais par une action hydrogénante qui demande plus de soin, action combinée du phosphore et de l'acide iodhydrique (Baeyer) ou action de l'acide iodhydrique à 150° (Boutlerow).

» La formation simultanée de l'iodure de méthyle n'a pas été signalée. Elle me paraît d'autant plus intéressante que, jusqu'à ce jour, on n'a obtenu ce dérivé monosubstitué du formène qu'en éthérifiant l'alcool méthylique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le méthylchloroforme monobromé* $CCl^3$-$CH^2Br$. Note de M. L. **Henry**, présentée par M. Wurtz.

« Le méthylchloroforme monobromé $CCl^3$-$CH^2Br$ permet de résoudre une question intéressante au sujet de la différence d'aptitude réactionnelle des corps halogènes dans les dérivés de l'éthane. Cette question, la voici :

» Comment s'établit la réaction des alcalis caustiques sur un dérivé mixte, alors que le corps halogène qui, dans l'ordre normal, devrait s'éliminer virtuellement à l'état d'hydracide halogéné, ne trouve pas dans le chaînon voisin l'hydrogène nécessaire, cet élément y ayant été totalement remplacé par un corps halogène, notamment par un corps halogène d'une aptitude réactionnelle moindre?

» Je dirai d'abord comment j'ai obtenu ce composé et quelles en sont les propriétés.

» Le méthylchloroforme monobromé ne s'obtient pas commodément

par la méthode directe, c'est-à-dire par la réaction du brome sur le méthylchloroforme lui-même $CCl^3$-$CH^3$. La substitution a lieu en vase clos, vers 150°-160°, mais il se forme surtout des produits d'une bromuration plus avancée; on y arrive aisément par la réaction du pentachlorure d'antimoine $SbCl^5$, soit sur

$$\begin{array}{c} CCl^2Br \\ | \\ CH^2Br \end{array},$$

produit de l'addition directe du brome à l'éthylène bichloré dissymétrique $CH^2$ $CCl^2$, soit sur

$$\begin{array}{c} CClBr^2 \\ | \\ CH^2Br \end{array},$$

produit de l'addition du brome à l'éthylène chlorobromé dissymétrique $CH^2{=}CClBr$ (ébullition, 63°). J'ai fait voir précédemment ([1]) que l'action chloro-substituante de $SbCl^5$ se porte exclusivement sur l'atome de brome fixé sur le carbone le moins hydrogéné.

» Comme tous les composés de cette sorte, le méthylchloroforme monobromé constitue un liquide incolore d'une limpidité parfaite, ne s'altérant pas à la lumière, d'une odeur éthérée spéciale, d'une saveur douceâtre et piquante à la fois; sa densité à 0° est, par rapport à l'eau, à la même température, 1,8839. Il bout sans décomposition, sous la pression ordinaire à 151°-153°; c'est le point d'ébullition que lui assignent ses relations de composition avec d'autres dérivés éthaniques; sa densité de vapeur a été trouvée 7,46; la densité calculée est 7,34.

» J'ai soumis ce corps à l'action de la potasse caustique en solution alcoolique; la réaction est énergique et immédiate. $38^{gr}$ de ce composé avec $12^{gr}$ de potasse caustique, ce qui constitue un léger excès, ont fourni $13^{gr}$ de précipité potassique. Le chlorure de potassium correspond à $13^{gr},3$, le bromure à $21^{gr},2$. L'analyse a constaté que ce précipité était du chlorure de potassium *pur*. La solution alcoolique, précipitée par l'eau, a fourni une huile insoluble, plus dense que l'eau; celle-ci est constituée exclusivement par de l'éthylène bichloromonobromé $CCl^2$-$CHBr$, liquide incolore, d'une odeur très forte et absorbant rapidement l'oxygène, bouillant à 114°-116°; densité de vapeur trouvée 6,062, calculée 6,081.

» On voit donc que, sous l'action des alcalis caustiques, le méthylchloroforme monobromé $CCl^3$-$CHBr^2$ perd virtuellement $1^{mol}$ de $HCl$,

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1491.

en produisant $CCl^2=CHBr$. Il est à remarquer que le brome, dans le chaînon $-CH^2Br$, est à son maximum d'aptitude réactionnelle vis-à-vis des réactifs positifs; l'absence d'hydrogène dans le chaînon voisin $-CCl^2$ a donc entraîné un renversement dans l'ordre normal de réaction ou d'élimination des corps halogènes dans le composé en question.

» Je ferai observer, en terminant, que le méthylchloroforme monobromé complète la série de chloruration $\beta$ du bromure d'éthyle. J'ai fait connaître successivement les divers termes de celle-ci :

| | Ebullition. | Différence. | Densité à 0°. | Différence. |
|---|---|---|---|---|
| $CH^3-CH^2Br$........... | 38° | | 1,4733 | |
| | | 70 | | 0,2654 |
| $CH^2Cl-CH^2Br$ (1)...... | 108 | | 1,7387 | |
| | | 30 | | 0,1200 |
| $CHCl^2-CH^2Br$ (2)...... | 138 | | 1,8587 | |
| | | 13 | | 0,0252 |
| $CCl^3-CH^2Br$.......... | 151 | | 1,8839 | |

» On sait donc que l'influence de la substitution progressive du chlore à l'hydrogène se fait d'autant moins sentir sur la volatilité, pour la diminuer, sur la densité, pour l'augmenter, que cette substitution est d'un degré plus avancé. Ces modifications dans les propriétés du composé primitif

$$CH^3-CH^2Br$$

ont pour origine une augmentation dans le poids moléculaire; il est intéressant de constater qu'elles sont en relation moins avec l'augmentation dans le poids moléculaire *total*, que dans le poids du chaînon carboné unique qui subit la substitution.

| | Poids moléculaire total. | Augmentation pour 100 déterminée dans le poids moléculaire total. | Augmentation pour 100 déterminée dans le poids de $CH^3$. |
|---|---|---|---|
| $CH^3-CH^2-Br$..... | 109,0 | | |
| | | 131,65 | 330,00 |
| $CH^2Cl-CH^2Br$.... | 143,5 | | |
| | | 124,04 | 169,71 |
| $CHCl^2-CH^2Br$.... | 178 | | |
| | | 119,20 | 141,07 |
| $CCl^3-CH^2Br$...... | 212,5 | | |

» Ce fait montre bien l'*individualité* de chaque groupement hydrocarboné dans les composés organiques. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, 1870.
(2) *Ibid.*, t. XCVII, 1883.

CHIMIE ANIMALE. — *Sur les matières albuminoïdes du lait*. Note de M. E. **Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« Malgré le nombre déjà grand de travaux dont elles ont été l'objet, les matières albuminoïdes du lait sont encore peu connues. La plus abondante d'entre elles, la caséine, est elle-même une substance mal définie. En attribuant ce nom à ce qui se précipite sous l'action des acides étendus, de l'alcool ou de la présure, on omet de dire que, dans un même lait, ces divers réactifs précipitent des quantités très inégales de matière et, de plus, que le même réactif en sépare des proportions très différentes suivant la température, la dilution des liqueurs, la nature et la proportion des sels dissous, etc.

» Quand on a séparé la caséine par un des procédés ordinaires, il reste un liquide qui précipite sous l'action de la chaleur et que l'on considère, à raison de ce fait, comme renfermant de l'albumine : après qu'une ébullition l'a débarrassé de cette albumine, il précipite encore par le sous-acétate de plomb et le réactif de Millon, ce qui conduit à y admettre la présence d'une troisième substance albuminoïde, la *lactoprotéine* de Millon et Commaille.

» Je ne parle ici que des matériaux les plus importants et les mieux caractérisés en apparence. Je laisse de côté d'autres termes moins connus, tels que l'albuminose, la galactine, les peptones et aussi tous ceux de la classification nouvelle que MM. Danilewski et Radenhausen ont récemment proposée. Je voudrais montrer que tous ces corps si divers ne sont que des *formes* de la caséine authentique, insoluble dans les liqueurs très faiblement acidulées.

» La caséine n'est pas *une* dans le lait. Il y a d'abord de la caséine solide, tombant au fond des vases par le repos, et dont j'ai vu la proportion, dans un cas, représenter les 0,4 de la caséine totale. Il y a, en outre, de la caséine à l'état colloïdal, passant au travers de tous les filtres de papier, mais incapable de passer au travers d'un filtre de porcelaine dégourdie convenablement cuit, qui doit fournir un liquide aussi limpide que de l'eau. Dans ce liquide filtré, où il n'y a plus de caséine, l'emploi de la chaleur permet de reconnaître l'albumine, et le réactif de Millon y fait retrouver toute la lactoprotéine du lait initial.

» On pourrait donc dire, en acceptant l'interprétation actuelle, que la paroi de porcelaine sépare l'albumine et la lactoprotéine de la caséine.

Mais reprenons, après l'avoir lavée, cette caséine restée adhérente aux parois du filtre; remettons-la en suspension dans l'eau; puis, au bout de quelques heures, soumettons de nouveau à l'action du filtre poreux le mélange obtenu, qui sera resté neutre si l'expérience a été bien faite, parce qu'aucun microbe ne sera intervenu. Nous verrons reparaître l'albumine et la lactoprotéine dans le produit de la filtration, en quantités comparables à celles qu'on trouve dans le lait, et d'autant plus grandes qu'on aura laissé l'eau agir plus longtemps sur la caséine en suspension.

» En s'aidant de l'action du temps et en se tenant toujours à l'abri de l'intervention des microbes, on peut même redissoudre à peu près toute cette caséine. Dans une de mes expériences, les $\frac{3}{4}$ étaient redissous après trois ans. On arrive en effet à un état d'équilibre sur lequel je reviendrai bientôt à propos du lait; mais ce qui nous intéresse, c'est que la portion redissoute, filtrable au travers de la porcelaine, présente tous les caractères de la lactoprotéine.

» La simple mise en suspension dans l'eau de la caséine suffit donc à provoquer l'apparition dans le liquide de toute la série des matériaux que l'on a rencontrés et cherché à caractériser par leurs réactions dans le lait. Tous les termes de cette série sont présents dès l'origine, la caséine passe de l'un à l'autre par des transitions insensibles, mais elle tend de plus en plus vers ceux qui correspondent à l'état de solubilité parfaite.

» Cette solubilisation sous l'action du temps se manifeste encore dans un cas intéressant, celui où l'eau dans laquelle on a remis en suspension la caséine est légèrement acide ou alcaline. En liqueur acide, la caséine dissoute est précipitable par les alcalis; elle l'est par les acides en liqueur alcaline. Or, ces deux réactions sont les principales de celles qu'on invoque en faveur de l'existence, comme corps définis, de la syntonine d'un côté, des albuminates de soude de l'autre. Je ne veux pas nier que l'action des acides ou des alcalis sur les matières albuminoïdes ne finisse, lorsqu'elle est assez intense, par en faire des substances nouvelles; mais si l'on a été conduit à exagérer les doses, c'est parce qu'on a méconnu ou qu'on voulait réduire l'influence du temps. En la mettant en œuvre, on arrive à produire de la syntonine et des albuminates avec des proportions d'acide ou d'alcali trop faibles pour qu'on puisse songer à une combinaison chimique, et ici encore la caséine nous apparaît comme une substance *plastique* par excellence, se pliant aux conditions du milieu neutre, acide ou alcalin où on la met en suspension, s'y dissolvant peu à peu, mais en quantités variables avec le temps, variables aussi avec la composition du

liquide; de sorte que, si à un moment quelconque on fait varier cette composition, si l'on rend alcalin un milieu acide, ou acide un milieu alcalin, si l'on ajoute à un milieu neutre d'autres sels que ceux qu'il renferme, ou une plus grande quantité de ceux qu'il contient déjà, si, pour une même composition, on fait varier la température, etc., on modifie, dans de larges proportions quelquefois, l'état d'équilibre de dissolution de la caséine et on détermine des dissolutions ou des précipitations nouvelles. En donnant, comme on l'a fait trop souvent jusqu'ici, un nom particulier aux précipités divers qu'on peut obtenir dans ces conditions, on arrive à un émiettement qui n'est pas, je crois, dans la nature des choses et auquel la Science n'a rien à gagner. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles observations sur l'Anguillule de l'Oignon.* Note de M. **Joannès Chatin** [1], présentée par M. Pasteur.

« Le présent travail, complément de celui que j'ai précédemment soumis à l'Académie, a pour objet la morphologie, l'anatomie et le développement de l'Anguillule de l'Oignon.

» La forme générale du corps diffère à l'état larvaire et à l'état adulte : la larve est fusiforme; l'Anguillule complètement développée devient cylindrique. La tête n'est pas distincte du corps, elle se montre légèrement tronquée en avant. L'extrémité postérieure du corps, en arrière de l'anus, se rétrécit et s'effile assez brusquement pour constituer une queue toujours facile à distinguer. Cette queue est plus grêle chez la femelle que chez le mâle, quoique celui-ci ne porte pas d'ailette semblable à celle qui caractérise diverses espèces voisines, particulièrement le *Tylenchus Hyacinthi,* nématode qui cause la maladie vermiculaire des Jacinthes et a été fort bien étudié par M. Prillieux [2].

» L'enveloppe tégumentaire est de nature mixte : simplement cutanée dans sa partie superficielle, elle est contractile dans sa région profonde; on doit donc la considérer comme un tube musculo-cutané. La zone extérieure, qui seule représente le véritable tégument, peut être assimilée à la « cuticule » des autres Nématodes; elle est striée, contrairement à ce qui s'observe chez plusieurs Anguillules. Parmi celles-ci, il en est, en effet, qui sont absolument lisses; d'autres sont striées à l'état adulte, lisses à l'état

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 24 décembre 1883.

(2) Prillieux, *La maladie vermiculaire des Jacinthes* (*Journ. de la Soc. d'Hortic.*, 1881).

larvaire; or, chez l'Anguillule de l'Oignon, la cuticule est toujours striée et parfois même c'est sur la larve qu'on peut le mieux constater l'existence des stries.

» La solution étendue d'acide osmique colore assez fortement la région cuticulaire du tégument pour permettre de la distinguer de la couche sous-jacente. Celle-ci, comme je l'indiquais plus haut, est essentiellement contractile; on comprend que, sur des vers d'aussi faibles dimensions, il soit difficile de procéder à de rigoureuses investigations histologiques : la couche musculaire se montre comme une masse hyaline parsemée de fines granulations. Cet aspect peut être rapproché de celui que Metschnikoff a figuré dans le même tissu chez le *Chætosoma Claparedii*.

» Plus long que le corps, le canal intestinal serpente dans la cavité générale, en y décrivant quelques circonvolutions. Il offre dans sa partie antérieure plusieurs dilatations qui apparaissent comme autant de renflements; en arrière de la cavité buccale se voit un renflement pharyngien à la suite duquel vient un bulbe œsophagien qui précède l'estomac et l'intestin. Par sa configuration générale, cet appareil ressemble plutôt à celui du *Leptodera stercoralis* qu'à celui du *Tylenchus Tritici*.

» On distingue à la face dorsale du corps, au-dessus de l'œsophage, un canal étroit et sinueux qui rappelle assez exactement l' « organe rubaniforme » des Filaires.

» Chez le mâle, l'appareil reproducteur se montre sous l'aspect d'un tube plusieurs fois replié sur lui-même. Ce tube n'offre aucune dilatation locale, aucune expansion latérale; il se termine à la région caudale où se voient deux pièces péniennes qui viennent faire saillie au dehors.

» L'appareil femelle est très analogue au précédent : sa partie initiale, étroite, débute par une extrémité cœcale et constitue l'ovaire proprement dit; puis vient une partie plus large qui représente l'utérus; le canal vaginal lui succède et se termine à la vulve. Celle-ci est située plus en avant que chez l'Anguillule du blé niellé; elle est bordée par un repli saillant.

» Le développement de l'ovule s'accomplit comme dans les espèces voisines. La reproduction est toujours ovipare. Observé à l'état de complet développement, l'œuf est de forme ellipsoïdale; revêtu d'une coque épaisse et comme vitreuse, il laisse voir par transparence l'embryon enroulé. Lors de l'éclosion, la tête sort généralement la première et assez rapidement; cependant j'ai vu, à deux reprises, la queue se montrer d'abord au dehors. Chez quelques Anguillules et Leptodères, l'embryon se trouve, après l'éclosion, dans un état d'engourdissement qui peut se prolonger durant un temps

variable; ici on n'observe rien de pareil et, aussitôt après l'éclosion, la jeune larve commence à exécuter des mouvements de reptation. Dans l'Anguillule du blé niellé, les larves, au sortir de l'œuf, ont acquis leur taille définitive comme larves; chez l'Anguillule de l'Oignon, elles se développent encore progressivement, avant de quitter la forme larvaire. Les organes génitaux commencent à se constituer durant cette période et souvent même on voit déjà s'esquisser les caractères extérieurs qui distingueront les deux sexes. Il n'est pas rare de rencontrer les larves agglomérées sur le même point en assez grand nombre, en *familles,* pour employer l'expression consacrée.

» Un savant helminthologiste allemand, M. von Linstow, m'apprend que l'Anguillule de l'Oignon vient d'être observée en Allemagne et en Russie; M. Kühn lui a donné le nom de *Tylenchus putrefaciens,* qui pourra probablement être conservé. Je dois également à l'obligeante communication de M. von Linstow la connaissance d'un fait intéressant : en établissant que cette Anguillule peut traverser le tube digestif des Mammifères sans que ses caractères extérieurs soient altérés, j'exprimais la crainte qu'elle ne fût prise pour un parasite propre aux hôtes chez lesquels on pourrait fortuitement la rencontrer; c'est précisément ce qui est arrivé. Un médecin russe, examinant au microscope les matières intestinales d'un homme qui avait ingéré des fragments d'Oignons infestés de ces Nématodes, a cru découvrir un nouvel Helminthe parasite de l'espèce humaine et, trompé par l'aspect spiralé de ces vers, les a considérés comme des Trichines, pour lesquelles il a même créé un nouveau type spécifique (*Trichina contorta*). Cet exemple montre, une fois de plus, à quelles méprises on s'expose en abordant de semblables recherches sans y être préparé par de sérieuses études helminthologiques. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la fabrication du fumier de ferme.* Note de M. **P.-P. Dehérain.**

« J'ai abordé l'étude du fumier de ferme en prenant pour guide les recherches de M. Pasteur sur les fermentations, celles de M. Fremy sur la constitution des tissus des végétaux et les travaux de M. P. Thenard sur les matières riches du fumier. J'indiquerai, dès aujourd'hui, quelques-uns des résultats auxquels je suis parvenu.

» *Températures constatées dans le fumier.* — Le fumier de l'école de Grignon, sur lequel ont particulièrement porté mes études, est déposé sur deux plate-

formes limitées par un ruisseau pavé qui conduit les liquides dans une fosse à purin, munie d'une pompe à l'aide de laquelle on pratique de fréquents arrosages.

» En enfonçant un thermomètre dans des trous pratiqués à diverses hauteurs dans la paroi latérale d'un fumier *fait*, on voit la température varier de 28° à 35° à mesure qu'on la prend plus près de la face supérieure de la masse; dans un fumier en voie de fabrication, les températures sont beaucoup plus élevées de 55° à $0^m,50$ du sol; elles s'élèvent à 65° et à 68° dans les couches supérieures.

» *Gaz confiné dans le fumier.* — Pour savoir à quelles réactions étaient dues les hautes températures observées dans le fumier en voie de fabrication, j'ai cherché d'abord quels étaient les gaz confinés dans cette masse de matière organique. A l'aide d'un tube de verre enfoncé jusqu'à $0^m,45$ de la paroi latérale et d'une pompe à mercure, j'ai pu facilement les obtenir.

» Les gaz confinés à la partie supérieure du fumier en fabrication sont exclusivement formés d'acide carbonique et d'azote; la proportion de l'acide carbonique surpasse souvent celle de l'oxygène dans l'air normal : on ne trouve pas de gaz combustible. Au bas de ce tas de fumier en voie de fabrication, la proportion d'azote diminue beaucoup, celle de l'acide carbonique augmente, on trouve un gaz combustible; si enfin on puise les gaz au bas du tas de fumier fait, on ne rencontre que de l'acide carbonique et un gaz combustible.

» Ce dernier, quel que soit le point où il ait été recueilli, présente les mêmes caractères; il ne diminue ni par le protochlorure de cuivre ammoniacal, ni par l'acide sulfurique, ni par le brome; dans l'eudiomètre il présente, par la détonation, une contraction double de l'acide carbonique produit: c'est donc du formène ou gaz des marais; jamais on n'a trouvé d'hydrogène libre.

» Ces résultats, obtenus sur les gaz puisés directement dans le tas de fumier, sont d'accord avec ceux qu'avait observés, il y a déjà plusieurs années, M. Reiset, qui n'a trouvé de formène que dans le gaz obtenu d'un fumier fait, maintenu pendant plusieurs jours à l'abri du contact de l'air.

» Les recherches précédentes établissent que les hautes températures ne se rencontrent dans le fumier que là où la présence de l'azote en proportion notable indique la pénétration de l'air; dans les parties où ne se trouvent que de l'acide carbonique et du formène, la température est peu élevée; c'est donc à l'action de l'oxygène libre et non à une combustion interne qu'est due l'élévation de température du fumier, et il reste à re-

connaître si la combustion est une simple oxydation chimique ou si elle est due à l'action d'un ferment figuré; il reste également à déterminer la cause de production du formène.

» *Ferment du fumier de ferme.* — En triturant sous l'eau du fumier en voie de fabrication et en examinant une goutte de liquide à un fort grossissement, on la voit peuplée de microbes allongés, présentant souvent une forte réfringence quand ils ne sont pas exactement au point; en même temps on aperçoit beaucoup de points brillants peu mobiles. Le liquide préparé à l'aide du fumier fait présente à peu près le même aspect, sauf que les bacilles y sont plus rares, moins actifs et les points brillants beaucoup plus nombreux. Je reprendrai prochainement l'histoire de ce ferment; aujourd'hui je chercherai seulement à reconnaître si la production de l'acide carbonique et celle du formène sont dues à son activité.

» Si l'on introduit, dans un matras placé dans un bain-marie à 45°, le liquide obtenu en triturant du fumier frais sous l'eau, puis qu'on fasse passer un courant d'air, qui a traversé des flacons à potasse caustique, on obtient un abondant dégagement d'acide carbonique. Quand le liquide est additionné de chloroforme, le dégagement diminue beaucoup, souvent de moitié, mais il ne cesse pas.

» L'examen du liquide montre cependant que les bacilles, au lieu d'être actifs, sont étendus immobiles. Comme l'opération a lieu à 45° ou 50° et qu'à cette température le chloroforme est facilement entraîné, que, de plus, il existe dans le fumier des bicarbonates faciles à décomposer, on pourrait craindre que tous les bacilles n'aient pas été paralysés et que l'acide carbonique recueilli fût dû à l'activité de ceux qui ont résisté ou à un simple entraînement. Pour s'assurer qu'une action physiologique n'était pas seule en jeu, on fit l'essai suivant : on plaça dans des tubes renfermant encore de l'air les liquides du fumier avec ou sans chloroforme, on ferma à la lampe et l'on maintint au bain-marie pendant quelques jours; on trouva que l'oxygène avait été complètement transformé en acide carbonique, même en présence du chloroforme.

» Si deux causes différentes interviennent dans l'oxydation de la matière organique de fumier, la production du formène est due exclusivement à l'action d'un ferment figuré. Si, en effet, on entasse du fumier dans un flacon muni d'un tube de dégagement et maintenu à 45°, on recueille après quelques jours un mélange de formène et d'acide carbonique; mais tout dégagement cesse quand on ajoute du chloroforme; il cesse également par

l'action d'une température de 85°, pour reparaître après ensemencement de quelques gouttes de liquide provenant de fumier normal.

» *Conclusions.* — Des expériences précédentes on tire les conclusions suivantes :

» 1° Les hautes températures observées dans le fumier de ferme sont dues à une oxydation de la matière organique par l'oxygène libre;

» 2° Cette oxydation n'est provoquée que partiellement par un ferment figuré;

» 3° Le dégagement de formène observé dans le fumier privé d'oxygène est dû exclusivement à l'action d'un ferment figuré. »

GÉOLOGIE. — *Présence de la pegmatite dans les sables diamantifères du Cap ; observation à propos d'une récente Communication de M.* Chaper. Note de M. **Stan. Meunier.**

« Parmi les conclusions du Mémoire de M. Chaper [1] sur le diamant trouvé par lui, pour la première fois *in situ*, je relève celle-ci :

« 4°.... Il serait très difficile de concevoir une analogie sérieuse probable entre l'état de la pegmatite fluide et molle et celui de la boue aqueuse magnésienne de l'Afrique australe, soit des roches qui ont fourni le diamant à cette dernière et *qui ne sauraient être en tous cas granitoïdes, puisqu'on ne trouve pas de fragments de cette nature.* »

» Or, dès mon premier travail sur la composition et l'origine des sables diamantifères de Dutoit's Pan [2], j'ai signalé la pegmatite parmi les roches mélangées au diamant et je conserve au Muséum, comme démonstration, des petits échantillons qui ne peuvent laisser aucun doute. C'est le même fait que constataient MM. Des Cloizeaux et Daubrée dans le Rapport favorable dont ils ont honoré mon travail [3] :

« Quant aux roches granitiques, disent-ils, elles y sont représentées par des échantillons peu nombreux de grains de quartz bulleux, identique au quartz du granite ordinaire, ainsi que par des débris du feldspath. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 113, 14 janvier 1884.
(2) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 250, 5 février 1877.
(3) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1127, 21 mai 1877.

» D'un autre côté, dans l'Ouvrage que viennent de publier MM. Henr Jacobs et Nicolas Chatrian, sur *le Diamant*, on lit à la p. 205 :

« Dans le kopje de Doyl's rush, à 5$^{km}$ de Kimberley, la roche qui entre en plus grande abondance dans la constitution du conglomérat est un *granite roulé;* les nombreux échantillons que nous avons vus, et qui font partie de la remarquable collection de M. Moulle, sont grands comme deux fois le poing. Le *yellow* de cette mine inexploitée contient aussi de nombreux fragments de granite qu'on distingue parfaitement à l'œil nu ».

» Pour ma part, quand j'ai eu l'avantage de visiter la collection de M. Moulle, ces échantillons ne m'ont pas été signalés, et je ne puis personnellement rien ajouter à leur égard.

» En tous cas, sans vouloir en aucune façon diminuer le contraste profond qui sépare les mines du Cap de celles du Brésil et de l'Inde, je crois que ce n'est pas à la présence des roches granitiques qu'il faut demander leur caractéristique la plus différentielle. »

GÉOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE. — *Sur quelques formations d'eau douce quaternaires d'Algérie*. Note de M. **Ph. Thomas**, présentée par M. A. Gaudry.

« *Quaternaire ancien*. — Les dépôts de cette époque recouvrent les reliefs et les dépressions de l'Atlas algérien, d'un immense manteau détritique s'élevant à des altitudes tout à fait insolites. La formation de ce *diluvium* a été accompagnée et suivie d'émissions internes, hydrothermales, sulfureuses et même ignées. Il y a eu aussi des coulées basaltiques littorales et des formations de tufs volcaniques ou de marnes salifères et dioritiques. Quant à la composition du *diluvium* proprement dit, elle consiste en alternances de couches argilo-marneuses et de lits bien réglés de galets parfois conglomérés en poudingue à ciment calcaire. Sur le littoral, la base du *diluvium* est formée par un conglomérat gypseux, profondément dénudé, surmonté d'alluvions rougeâtres et graveleuses qui se relèvent fortement sur le flanc des montagnes, en prenant l'importance de puissants dépôts de transport où M. Pomel a découvert des ossements d'*Elephas antiquus*. Il est à remarquer que, sur les hauteurs insolites qu'ils atteignent dans le massif atlantique, ces dépôts de transport sont, en général, moins dénivelés que leurs synchroniques du littoral; ils y sont souvent accostés de corniches puissantes de travertins, contenant déjà le *lierre*, la *vigne* et le *figuier*, avec les restes d'une Emyde, très voisine mais un peu différente de l'*Emys Sigriz* actuelle, et à laquelle j'ai donné le nom d'*Emys pro-Sigriz*. D'autre part, à

ces altitudes élevées, le *diluvium* s'est infiltré dans toutes les crevasses ou fissures rocheuses qu'il a trouvées ouvertes au moment de sa formation, et il y a entraîné de nombreux débris de Vertébrés, parmi lesquels j'ai reconnu, dans les environs de Constantine : 1° un grand Bovidé indéterminé, mais qui pourrait bien être le *Bubalus antiquus* (Duverne); 2° l'*Antilope Gaudryi* du pliocène; 3° l'*Ovis tragelaphus* (Geoffe); 4° l'*Hippopotamus amphibius* (L.); 5° un *Rhinoceros* indéterminé; 6° un Cheval dont les dents ne peuvent se distinguer de celles de l'*Equus Stenonis* du pliocène d'Europe.

» *Quaternaire récent.* — Correspond à un régime aqueux beaucoup plus lent, plus calme et plus régulier que le précédent, inauguré par le retrait des eaux diluviennes dans le lit des vallées qu'elles avaient creusées et qu'elles comblèrent en partie, plus tard, de leurs puissantes alluvions. Une lente exondation de la côte fit alors émerger de minces cordons littoraux, qui ne présentent aucune trace de dénivellations et contiennent des ossements de l'*Elephas africanus*. Dans l'Atlas, c'est surtout sur les berges des cours d'eau actuels que l'on peut étudier ces dépôts alluviens, lesquels s'y montrent presque toujours formés de deux étages directement superposés. L'étage inférieur, argilo-tourbeux, offre une composition homogène, compacte, une coloration brune, et répand souvent une odeur fétide; il repose généralement sur le substratum marin de la contrée; sa surface onduleuse atteste la dénudation profonde qu'il a subie. L'étage supérieur repose directement sur le précédent, et sa puisance est relativement beaucoup plus considérable; il est tout entier formé d'une marne calcaire grisâtre, friable, dans laquelle s'intercalent de nombreux lits de galets calcaires aussi incohérents que ceux des rivières actuelles; cette alluvion renferme des traces nombreuses de l'industrie humaine, les plus inférieures appartenant à l'époque de la pierre taillée, dite *monstérienne*. Ces alluvions des plaines et des vallées sont souvent traversées par des sources jaillissantes, quelquefois thermales, dont les orifices multiples ont accumulé à leur surface des amas considérables de sables n'ayant aucune corrélation avec les reliefs orographiques voisins : tels sont les amas sablonneux de la plaine d'Eghis, près de Mascara, décrits par M. Pomel, et ceux qui sont situés au voisinage des sources thermales de l'oasis de Chetma, dans les Zibans.

» Toutes ces alluvions, quelle que soit leur origine, contiennent une faune malacologique actuelle, mais quelques-unes d'entre elles renferment une riche faune de Vertébrés, dont je vais faire connaître les principaux caractères, et qui diffère assez notablement de la faune actuelle des mêmes latitudes.

» *a.* Les alluvions quaternaires récentes de la plaine de la Mitidja, aux environs d'Alger, ont fourni à Nicaise des ossements d'*Elephas Africanus* associés à *Bubalus antiquus* (Duvern.) et à *Hippopotamus amphibius*.

» *b.* Les sables d'Aïn-Ternifine, accumulés au-dessus de l'atterrissement quaternaire récent de la plaine d'Eghis (département d'Oran), ont livré à M. Pomel : un Éléphant voisin d'*E. priscus*, qu'il nomme *E. Atlanticus* (Pomel), lequel était associé à un Hippopotame, au Cheval et à de grands Ruminants.

» *c.* L'argile tourbeuse inférieure des berges de l'Oued-Djelfa (département d'Alger), près de sa source située à $1100^m$ d'altitude, ainsi que celle de l'oued Seguen, affluent du Rummel (département de Constantine), à $600^m$ d'altitude, m'ont livré : 1° un Buffle (*Bubalus antiquus*, Duvern.) dont les cornes cylindriques mesuraient plus de $3^m$ d'envergure et $0^m,47$ de circonférence à leur base ; 2° un Bœuf que j'ai nommé *B. primigenius Mauritanicus*, dont la taille colossale devait mesurer au moins $1^m,90$ au garrot et $3^m,50$ de la tête à la croupe ; 3° deux Antilopes : *A. corinna*, Pollas, et *Alcelaphus bubalis*, id. ; 4° deux Ovis : *O. aries* et *O. tragelaphus* ; 5° un *Camélien* que l'on est fort surpris de trouver à pareille époque dans le nord de l'Afrique, d'autant plus que ses molaires ne peuvent se distinguer de celles du Dromadaire ; 6° un Cheval dont le crâne offrait plusieurs caractères de celui de l'*E. Africanus* (Sanson) actuel ; 7° un très curieux Équidé asinien, que je nomme *E. asinus Atlanticus*, parce qu'il présente dans sa dentition de lait plusieurs caractères que je n'ai retrouvés dans aucune espèce vivante : le plus important consiste dans la présence, sur l'angle postéro-externe de chacune de ses troisièmes prémolaires inférieures de lait, d'un fort denticule supplémentaire, exactement semblable à celui qui caractérise la variété *prostylum* (P. Gervais) de l'*Hipparion gracile* du miocène d'Europe.

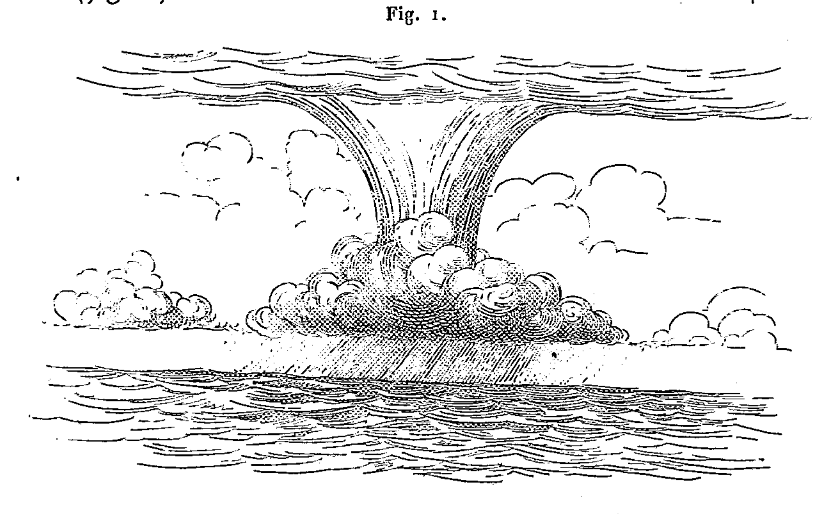
» *d.* Enfin, les sables accumulés au voisinage des sources thermales de l'oasis de Chetma, près de Biskra (département de Constantine) ont fourni des fragments d'une molaire de Rhinocéros qui, habilement restaurée par M. Gaudry, ne peut se distinguer de celles du *R. tichorhinus*. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les grains arqués des mers de l'Inde*. Lettre de M. Millot à M. Le Goarant de Tromelin, présentée par M. Faye.

« .... Ces trombes internubaires, en forme d'entonnoirs ou d'enclumes, observées pour la première fois par le commandant Rozet dans les Py-

rénées, sont fréquentes dans la zone des calmes de la ligne. Elles surmontent généralement les grains sporadiques de ces parages. Quand vous passerez par là, pensez à observer ce phénomène : vous verrez que les grains que l'on voit à l'horizon tout autour du navire sont surmontés d'une vaste enclume blanche dominant les cumulus noirs et ceux-ci le rideau de pluie, comme ci-dessous (*fig.* 1).

Fig. 1.



» Il serait facile, si l'on assistait à la formation d'une de ces enclumes, de trancher une fois pour toutes (et très certainement en faveur de la théorie de M. Faye) la question toujours si controversée des trombes ascendantes ou des trombes descendantes.

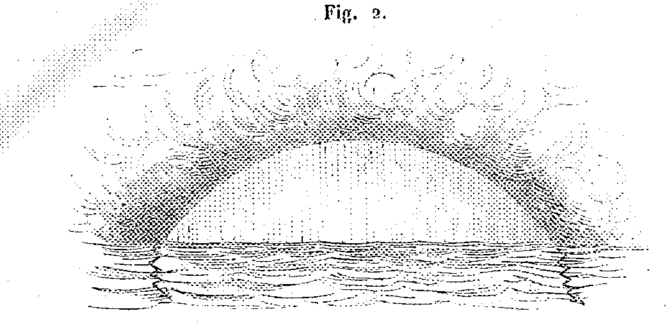
» Dans le cas ou vous n'auriez pas prochainement l'occasion de passer la ligne, recommandez cette observation à un collègue sûr, et, par sûr, j'entends dépourvu de toute idée préconçue.

» J'ai toujours négligé de faire cette observation chaque fois que j'ai passé la ligne (si jeunesse savait !); mais, comme je dessinais et observais beaucoup, je me souviens très nettement de la figure caractéristique des points qui entourent l'horizon dans les calmes de la ligne.

» Quand on les reçoit, ils versent des torrents d'eau et la brise tourne plus vite que l'on ne peut orienter les voiles, ce qui, par parenthèse, vous attire des remontrances imméritées du commandant. Avant comme après le grain, calme absolu. Ce sont bien là, je crois, les caractères d'une trombe venue des régions supérieures vers les couches inférieures des nuages; et même ceux-ci ne sont que la résultante du froid occasionné par l'irruption de l'air d'en haut.

» J'aimerais bien avoir votre avis sur les *grains arqués* (*fig.* 2); je les ai décrits, dans ma brochure, tels que je les ai toujours observés et en me gardant bien de hasarder la moindre explication : je n'en ai pas qui me satisfasse.

Fig. 2.



» J'ai dit qu'ils *semblaient* à eux seuls renfermer la foudre dans leur sein, parce que telle en est l'apparence, mais je me repens de cette tournure donnée à ma phrase. On pourrait croire que je suis d'avis qu'ils sont eux-mêmes à eux seuls une source d'électricité, tandis que je ne doute pas qu'ils ne la tirent des régions supérieures pour la conduire au sol. Sans cela, le réservoir commun aurait vite absorbé leur provision, à moins de les comparer à des accumulateurs, mais cela deviendrait de la fantaisie.

» C'est à cette forme en arc que je ne trouve pas d'explication satisfaisante. Ce n'est pas un effet de perspective : les pieds touchent bien le sol; ils ont la violence d'une trombe; le milieu de l'arc se comporte comme un grain ordinaire.

» Ils sont fréquents dans le détroit de Malacca, aux changements de moussons. »

M. Faye, après avoir présenté la Note qui précède, ajoute les remarques suivantes :

« Il me semble que la forme si singulière des grains arqués s'expliquerait tout naturellement par l'accouplement de deux grains ordinaires, formant deux trombes largement séparées par en bas, mais se réunissant en haut par leurs entonnoirs. Cet accouplement a été plusieurs fois observé. Nous en trouvons un exemple mémorable dans le double tornado qui a parcouru et ravagé la France en 1788 sur deux bandes parallèles. Si l'on avait eu en France le ciel des tropiques, si le phénomène avait eu lieu le jour et non pas la nuit, ces deux tornados, accouplés en haut, mais dont

les pieds étaient séparés par une distance de 5 à 6 lieues et même plus, auraient certainement revêtu à peu près l'apparence des grains arqués dont on vient de voir un croquis. Il existe pourtant certaines *différences* d'aspect entre ces tornados accouplés et les grains arqués qui ont empêché M. Millot d'accepter cette explication. Mais, s'il est vrai que tous les phénomènes orageux proviennent d'un mouvement tourbillonnaire descendant des hautes régions de l'air, on sera porté à attribuer à des circonstances purement locales les différences dont il s'agit et à retenir comme vrai le fond de l'explication précédente. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les poussières de la neige.* Note de M. E. Yung.

« Les observations relatives aux poussières contenues dans la neige tombée dans les environs de Stockholm, à la fin du mois de décembre dernier, qui viennent d'être communiquées à l'Académie des Sciences, au nom de M. Nordenskiöld, se trouvent partiellement confirmées par celles que je suis en train de poursuivre sur la neige des montagnes des environs de Genève.

» Dans une première Note [1], je signalais la présence du fer dans la neige tombée à Genève et sur le mont Salève. Durant un séjour fait, à la fin de décembre, au sommet du col du grand Saint-Bernard ($2490^m$), j'ai constaté, à la surface des immenses champs de neige qui couvrent cette haute région, la présence d'une très fine poussière noirâtre, irrégulièrement dispersée et se montrant çà et là sous l'aspect de petits sphérules isolés. Nulle part, cette poussière ne s'est rencontrée en quantité suffisante pour donner à la neige une teinte noire continue.

» L'examen microscopique de cette poussière y a fait découvrir des particules minérales (silice), des fragments irréguliers attirables à l'aiguille aimantée et des globules de fer caractéristiques.

» D'autre part, j'ai évaporé sur les lieux environ $15^{lit}$ d'eau de neige, dans le résidu de laquelle j'ai rencontré, outre les particules sus-mentionnées, des poussières de nature organique. Les cendres ont donné la réaction très forte du fer.

» Depuis lors, le R. P. Caruzzo, prieur de l'hospice du Saint-Bernard, a eu l'obligeance de recueillir et de m'expédier, dans des flacons spéciale-

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1449.

ment destinés à cet usage, de la neige tombée dans la dernière semaine de janvier et ramassée immédiatement après sa chute. Malgré l'altitude du lieu et les précautions prises pour éviter l'introduction de corps étrangers de la part de l'opérateur, cette neige est souillée d'une assez grande quantité de poussières, parmi lesquelles j'ai recueilli des globules microscopiques de fer, dont j'adresse un échantillon à l'Académie.

» La faible quantité des résidus a empêché toute analyse quantitative et ne m'a pas permis jusqu'ici d'y déceler avec une netteté suffisante la présence du nickel et du cobalt. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations actinométriques faites à Montpellier pendant l'année* 1883. Note de M. **A. Crova**, présentée par M. F. Perrier.

« Dans de précédentes Communications (¹), j'ai donné les résultats des observations actinométriques faites à Montpellier pendant les années 1875 et 1876. Depuis cette époque, j'ai continué ces observations; mais ce n'est que depuis les derniers mois de l'année 1882 qu'elles ont pu être faites avec plus de continuité, à l'Observatoire météorologique institué cette année à l'École d'Agriculture.

» Les observations actinométriques qui y sont faites régulièrement sont de deux ordres :

» 1° Un héliographe y inscrit, pour tous les jours de l'année, le nombre d'heures pendant lesquelles le soleil a brillé;

» 2° Des mesures absolues de l'intensité calorifique de la radiation solaire sont faites à midi, tous les jours où ces observations sont possibles, et exprimées en petites calories (gramme-degré), reçues normalement en une minute sur une surface de $1^{cq}$.

» Ces déterminations sont faites au moyen de mon actinomètre, préalablement étalonné avec un pyrhéliomètre absolu, comme je l'ai indiqué dans mes précédentes Communications.

» Les observations ont été faites avec beaucoup de zèle et d'exactitude par M. Houdaille, répétiteur, et M. Bernard, stagiaire à l'École d'Agriculture de Montpellier; elles ont été résumées en deux Tableaux numériques

(¹) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 1205; t. XCII, p. 81 et 357; t. XCIV, p. 495; t. XCVII, p. 106; t. XCIV, p. 493.

et représentées graphiquement en deux planches que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences.

1° *Heures d'insolation; totaux mensuels.*

| | | h m | | | h m |
|---|---|---|---|---|---|
| 1882. | Décembre......... | 87. 0 | 1883. | Juin.............. | 227.13 |
| 1883. | Janvier.......... | 130.55 | | Juillet............ | 316.51 |
| | Février........... | 145.18 | | Août............. | 345.52 |
| | Mars.............. | 205 46 | | Septembre....... | 201.59 |
| | Avril............. | 206.16 | | Octobre........... | 178.38 |
| | Mai.............. | 254.11 | | Novembre........ | 128.34 |

| | h m |
|---|---|
| Hiver................ | 363.13 |
| Printemps............. | 666.13 |
| Été.................. | 889.59 |
| Automne.............. | 509.11 |
| Année......... | 2428.33 |

au lieu de 4380^h, si le soleil avait brillé constamment. Donc, pendant l'année, les heures de soleil ont été les 0,587 de ce qu'elles auraient dû être, si le soleil avait toujours brillé.

» Le Tableau numérique, qui a été dressé pour tous les jours de l'année, pourra fournir aux agriculteurs les nombres d'heures d'insolation comprises entre deux dates déterminées.

» L'influence considérable que la lumière solaire exerce sur l'activité de la végétation pourra donc être exprimée en heures de soleil, comme cela a été déjà fait, dans un autre ordre d'idées, pour les degrés de température.

2° *Intensités calorifiques.*

| | Moyennes mensuelles. | | | Moyenne des saisons. | | Maxima. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hiver..... | 1°,01 | 1°,07 | 1°,11 | 1°,06 | 1°,36 | Le 25 février. |
| Printemps . | 1,15 | 1,29 | 1,21 | 1,22 | 1,41 | Le 16 mai. |
| Été....... | 1,02 | 1,14 | 1,18 | 1,11 | 1,60 | Le 8 août. |
| Automne.. | 1,19 | 1,19 | 1,18 | 1,19 | 1,43 | Le 17 septembre. |

» L'intensité calorifique a donc varié à peu près de la même manière qu'en 1875 et 1876; mais, les observations ayant présenté plus de continuité en 1883, on peut en déduire les conclusions suivantes :

» On observe nettement deux maxima et deux minima annuels, comme

en 1875 et 1876; leurs époques seules varient un peu avec l'état météorologique de l'année.

» 1° Le premier minimum se produit au mois de décembre ou de janvier, selon que l'automne a été plus ou moins pluvieux; il est causé par le défaut de transparence calorifique de l'atmosphère, qui est la conséquence de la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique par les froids de l'hiver.

» 2° L'air ayant été desséché pendant l'hiver par les vents de nord-ouest qui sont passés sur le Plateau central et les sommets neigeux des Cévennes, la radiation croît en intensité, à mesure que la température se relève et que son état hygrométrique diminue, et atteint un maximum vers le mois de mars (1876) ou d'avril (1875 et 1883); c'est le plus fort maximum moyen annuel de l'année.

» 3° A partir du mois de mai, généralement pendant la seconde quinzaine de ce mois, la radiation diminue rapidement et atteint son minimum dans le mois de juin; l'absorption atmosphérique est due à l'augmentation croissante de la vapeur d'eau contenue dans l'air, causée par le réchauffement du sol et l'activité de l'évaporation accrue par la reprise de la végétation.

» 4° Vers le milieu de l'été, le sol, desséché par le rayonnement solaire, cesse de fournir d'abondantes vapeurs; la transparence calorifique augmente, et la radiation croît pour atteindre un second maximum plus faible, vers le mois d'octobre ou de septembre, selon que le commencement de l'automne a été plus ou moins pluvieux. Après ce maximum, la radiation décroît et tend vers le minimum de décembre.

» Les circonstances qui déterminent les dates des maxima et des minima sont toutes locales et varieraient avec la position de la station. A ce point de vue, ce genre d'observations devrait se répandre; il donnerait, de la nature de chaque climat, une idée plus nette que ne peuvent le faire les autres observations météorologiques qui sont relatives à la couche d'air qui touche le sol, tandis que les résultats des observations actinométriques dépendent de la constitution de toute la couche atmosphérique dans laquelle se produisent les variations météorologiques. »

M. Chapel adresse : 1° une Note rappelant que le *soleil bleu*, signalé au Venezuela le 2 septembre 1883, avait été observé le 18 août 1821 par le météorologiste anglais Forster et par M. Hovard, dans des conditions mé-

téorologiques exceptionnelles et à la suite de perturbations analogues à celles que M. Faye a rappelées dans une Communication récente;

2° Une Note portant pour titre : « Sur la compatibilité d'un principe de météorologie cosmique avec l'invariabilité des grands axes des orbites planétaires. »

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie, de la part de M. *Habich*, Directeur de l'École spéciale des Ingénieurs et des Constructions civiles et des Mines de Lima, du tome III des *Anales de Construcciones civiles y de Minas* que publie cet établissement. On y trouve : 1° une description du district minéral de Yauli par M. Pflücker, au point de vue de la minéralogie, de la géologie, de la paléontologie et de l'exploitation; 2° un article de M. A. Raimondi, bien connu par ses études minéralogiques antérieures sur la République Argentine; 3° un Mémoire sur les mines d'or de Carabaga; 4° une Notice de M. de Chatenet sur l'exploitation métallurgique du département d'Ancahs; 5° sur le traitement métallurgique des minerais d'argent par la fusion avec un combustible qui n'est autre que la fiente de lama, traitement qui est propre au Pérou et qui paraît remonter à une époque antérieure à la conquête; 6° un article sur la législation des mines du Pérou, par M. Fuente.

Cette intéressante publication a été exécutée au milieu de circonstances que les événements politiques ont rendues difficiles.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 11 février 1884.

*Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse*; t. V, 1er et 2e semestre. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1883; 2 vol. in-8°.

*Observations géologiques sur les failles du département de la Nièvre*; par

F. Lefort. Nevers, imp. Mazeron, 1883; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

*Société des Sciences historiques et naturelles de la Corse. Voyage géologique et minéralogique en Corse; par* M. E. Gueymard, 1820-1821. Bastia, imp. Ollagnier, 1883; in-8°.

*Le monde physique; par* Am. Guillemin, t. IV. *La Chaleur,* 20e série. Paris, Hachette et Cie, 1883; gr. in-8° illustré.

*Anales de construcciones civiles de minas del Peru,* tomo III. Lima, C. Paz Soldan, 1883; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

*Ornitologia della Papuasia e delle Molucche di* T. Salvadori; Parte seconda-terza. Torino, Paravia, 1881-1882; 2 vol. in-4°.

*Terza determinazione della latitudine geografica del R. Osservatorio di Capodimonte con esame delle osservazioni fatte il 1820 da Carlo Brioschi; per* A. Nobile. Napoli, tipogr. D. de Falco, 1883; in-4°.

*Koninkrijk der Nederlanden. Statistick van den in-, uit-en doorvoer, over het jaar* 1882; Tweede gedeelte. S.-Gravenhage, 1883; in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 FÉVRIER 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Th. du Moncel,* Académicien libre, décédé le 16 février.

L'Académie décide que la séance sera levée, en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris, pendant les troisième et quatrième trimestres de l'année* 1883. Communiquées par M. **Mouchez.**

| Dates. 1883. | Temps moyen de Paris. | Ascension droite. | Correction de l'éphémér. | Distance polaire. | Correction de l'éphémér. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | (202) Chryséis. | | | |
| | h m s | h m s | s | ° ′ ″ | |
| Juill. 9.... | 9.51.30 | 17. 1.25,01 | » | 102.59.33,2 | » |
| | | (58) Concordia. | | | |
| Juill. 6.... | 11. 6.44 | 18. 5. 2,40 | + 5,32 | 106. 9.58,9 | — 0,8 |
| 9.... | 10.52.30 | 18. 2.35,24 | + 5,32 | 106.15.18,4 | + 0,6 |

| Dates. 1883. | Temps moyen de Paris. | Ascension droite. | Correction de l'éphémér. | Distance polaire. | Correction de l'éphémér. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | (234) BARBARA ([1]). | | | |
| | h m s | h m s | s | ° ′ ″ | ″ |
| Sept. 24.... | 9. 0.36 | 21.13.57,39 | » | 113.23.54,7 | » |
| | | (204) CALLISTO ([1]). | | | |
| Oct. 2.... | 10.37.25 | 23.22.34,80 | + 2,31 | 87.34.13,4 | − 15,3 |
| | | (2) PALLAS. | | | |
| Oct. 26.... | 10.46.23 | 1. 6.11,98 | − 1,38 | 108.46.27,2 | − 2,7 |
| 31.... | 10.23.14 | 1. 2.41,96 | − 1,28 | 109.36.46,0 | − 2,4 |
| Nov. 20.... | 8.55. 5 | 0.53. 9,69 | − 0,91 | 111.33.39,6 | − 2,5 |
| 23.... | 8.42.38 ([2]) | 0.52.30,03 | − 0,90 | » | » |
| 27.... | 8.26.22 | 0.51.57,70 | − 1,16 | 111.44.51,8 | − 1,2 |
| Déc. 1.... | 8.10.31 ([2]) | 0.51.50,09 | − 0,91 | 111.45.12,7 | − 0,7 |
| 6.... | 7.51.15 | 0.52.14,25 | − 1,02 | 111.40. 0,4 | − 2,2 |
| 7.... | 7.47.29 | 0.52.23,66 | − 0,97 | 111.38.14,3 | − 4,4 |
| | | (32) POMONE. | | | |
| Oct. 22.... | 11.21.58 | 1.26. 6,01 | − 1,80 | 78.37.13,9 | + 13,0 |
| 26.... | 11. 2.55 ([2]) | 1.22.47,03 | − 2,10 | 79. 4.45,3 | + 11,9 |
| 31.... | 10.39.21 | 1.18.51,44 | − 1,95 | 79.38.30,0 | + 10,4 |
| | | (13) ÉGÉRIE. | | | |
| Oct. 22.... | 11.29.19 | 1.33.28,65 | + 0,73 | 89.36.53,5 | − 15,4 |
| 31.... | 10.44.32 | 1.24. 3,10 | + 0,64 | 89.25.44,2 | − 13,0 |
| | | (90) ANTIOPE. | | | |
| | | | s | | |
| Oct. 26.... | 11.28.49 | 1.48.45,33 | + 1,62 | » | » |
| 31.... | 11. 5.20 | 1.44.54,40 | + 1,70 | 81.28.52,0 | − 15,7 |
| | | (95) ARÉTHUSE. | | | |
| Nov. 7.... | 11.17.39 | 2.24.51,57 | −67,41 | 67.29. 9,4 | +120,6 |
| 10.... | 11. 3.38 | 2.22.37,54 | −66,67 | 67.56.50,7 | +124,4 |
| 20.... | 10.17.42 | 2.15.59,96 | −64,03 | 69.30. 0,1 | +128,4 |
| 23.... | 10. 4.15 ([2]) | 2.14.20,53 | » | 69.57.27,4 | » |
| 27.... | 9.46.37 | 2.12.25,76 | » | 70.32.42,3 | » |
| Déc. 1.... | 9.29.21 | 2.10.53,01 | » | 71. 6.27,2 | » |
| 7.... | 9. 4.12 | 2. 9.18,97 | » | 71.53. 4,3 | » |

([1]) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.
([2]) Observation douteuse, faite à travers les nuages.

| Dates. 1883. | Temps moyen. de Paris. | Ascension droite. | Correction de l'éphémér. | Distance polaire. | Correction de l'éphémér |
|---|---|---|---|---|---|
| | | (186) Céluta ([1]). | | | |
| | h m s | h m s | s | ° ′ ″ | |
| Déc. 7.... | 10.27.58 | 3.33.18,70 | » | 52.50.56,4 | » |
| | | (19) Fortuna. | | | |
| Nov. 27.... | 11.55.57 | 4.22. 7,38 | +20,59 | 70. 8.38,4 | — 36,5 |
| Déc. 4.... | 11.21.21 | 4.15. 1,53 | +20,53 | 70.31.10,3 | — 36,7 |
| 5.... | 11.16.27 ([2]) | 4.14. 2,93 | +20,57 | 70.34.15,6 | — 37,9 |
| 6.... | 11.11.33 | 4.13. 4,82 | +20,24 | 70.37.16,3 | — 41,1 |
| 7.... | 11. 6.40 ([2]) | 4.12. 7,95 | +20,21 | 70.40.18,8 | — 39,8 |

» Les comparaisons de Pallas se rapportent à l'éphéméride du *Nautical Almanach;* celles de Callisto et d'Aréthuse, aux éphémérides publiées dans les n$^{os}$ 211 et 214 des circulaires du *Berliner Jahrbuch;* toutes les autres se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites par M. *Henri Renan*. »

STATIQUE CHIMIQUE. — *Sur les déplacements réciproques entre l'acide fluorhydrique et les autres acides;* par MM. **Berthelot** et **Guntz**.

« Les déplacements réciproques des acides dans leurs sels sont régis par la grandeur relative des chaleurs de formation : cette règle, établie par l'un de nous, peut être vérifiée en complète rigueur, pourvu que l'on fasse entrer en compte tous les composés, tels que hydrates, sels neutres, sels acides et sels doubles, susceptibles de prendre naissance dans les conditions des expériences; chacun d'eux étant pris dans le degré actuel de stabilité ou, s'il y a lieu, de dissociation qu'il éprouve individuellement, sous l'influence de la chaleur ou du dissolvant.

» Ce sont les sels acides en particulier qui déterminent d'ordinaire les partages, à cause de l'excès thermique résultant de leur formation. Les équilibres résultent de leur dissociation partielle par l'eau, s'ils sont dissous, ou par la chaleur, s'ils sont isolés.

» La prépondérance thermique de l'un des sels neutres peut être ainsi compensée par l'excès d'énergie dû à la formation soit du sel acide qui y

([1]) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

([2]) Observation douteuse faite à travers les nuages.

répond [bisulfate, bioxalate [1], etc.], soit du sel acide antagoniste [bichromate [2]], soit des deux à la fois. Si cet excès n'est pas suffisant, les acides les plus forts donnent seuls lieu à des équilibres (sulfates et acide chlorhydrique); tandis que les acides faibles n'entrent pas en balance [sulfates et acide acétique [3]]. Mais, s'il est assez considérable, il y a partage et équilibre entre un acide puissant et les acides même les plus faibles. L'acide fluorhydrique va nous en fournir la preuve.

» I. Soient les *acides fluorhydrique et chlorhydrique*, opposés l'un à l'autre dans leurs sels de potassium : cherchons d'abord le maximum thermique; pour cela, examinons les quantités de chaleur dégagées dans les quatre réactions possibles, en envisageant les corps antagonistes sous des états respectivement comparables [4] :

| | | Cal |
|---|---|---|
| { 2HF gaz + 2KCl sol. | = 2KF solide + 2HCl gaz.......... | − 22,0 |
| { » | = KF, HF sol. + KCl sol. + HCl gaz. | + 10,0 |
| { 2HCl gaz + 2KF sol. | = 2KCl sol. + 2HF gaz.......... | + 22,0 |
| { » | = KF, HF sol. + KCl sol. + HCl gaz. | + 32,0 |

Dans tous les cas, le maximum thermique correspond à la formation du fluorhydrate de fluorure.

» L'expérience vérifie la théorie. En effet, si l'on fait passer à froid un courant d'acide chlorhydrique gazeux et sec sur du fluorure de potassium sec, contenu dans une nacelle de platine, l'acide chlorhydrique est absorbé, sans que l'acide fluorhydrique se dégage : il se forme du chlorure et du fluorhydrate de fluorure de potassium, ainsi que l'analyse le démontre. De même, l'acide fluorhydrique gazeux, agissant sur le chlorure de potassium, le transforme en fluorhydrate de fluorure, et l'acide chlorhydrique se dégage. Si l'on élève la température, la dissociation intervient, le fluorhydrate se décompose en sel neutre, qui reste dans la nacelle, et en acide fluorhydrique, qui se dégage. Par suite, l'acide chlorhydrique continuant à affluer, une nouvelle portion du fluorure est attaquée, avec for-

---

[1] *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 584 et 638.

[2] *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 399.

[3] En négligeant les traces d'acétates acides, qui prennent naissance dans les solutions, et les effets résultant de leur présence.

[4] Dans les réactions où intervient le fluorhydrate, il conviendrait peut-être de déduire $7^{Cal},2$ pour tenir compte de la condensation du gaz fluorhydrique. Mais la formation du fluorhydrate répond encore à $+ 2^{Cal},8$, à partir de l'acide fluorhydrique liquide. Ceci ne modifie donc pas nos conclusions.

mation d'une nouvelle dose de chlorure et de fluorhydrate de fluorure, qui se dissocie à son tour par la chaleur. Ces actions, se réitérant, finissent par amener la transformation totale du fluorure en chlorure.

» Réciproquement, lorsqu'on fait passer un courant d'acide fluorhydrique gazeux sur le chlorure, la transformation du chlorure en fluorure a lieu peu à peu, et elle s'explique d'une façon identique.

» Les mêmes réactions ont lieu dans les dissolutions; seulement les valeurs thermiques ne sont plus assujetties à être nécessairement positives, à cause de l'inégalité des chaleurs de dissolution des corps mis en présence.

» En fait, l'expérience donne, pour les deux valeurs réciproques :

$$\begin{cases} HF\ (1^{éq} = 2^{lit}) + KCl(1^{éq} = 2^{lit}),\ \text{vers } 8^{o} \ldots\ldots\ldots\ldots & +0,18 \\ HCl(1^{éq} = 2^{lit}) + KF\ (1^{éq} = 2^{lit}) \ldots\ldots\ldots\ldots & -2,18 \end{cases}$$

» Il y a réaction dans les deux cas et partage inégal du métal entre les deux acides : résultat conforme d'ailleurs aux observations de M. Thomsen sur les sels de sodium. Mais l'interprétation nous en paraît tout à fait différente de celle du savant professeur danois, qui invoque un coefficient affinitaire nouveau, l'avidité, propre à chaque acide. Nous l'attribuons, en effet, uniquement à des phénomènes thermiques connus, à savoir la formation du fluorhydrate de fluorure et sa dissociation partielle en présence de l'eau : nous établirons plus loin ce point d'une façon plus précise, en faisant varier les proportions relatives des divers composants du système.

» La réaction est la même en définitive pour l'état des corps dissous que pour l'état des corps séparés de l'eau. On peut la prévoir et s'en rendre compte, soit par les calculs thermiques présentés plus haut pour les corps séparés de l'eau, soit en envisageant les deux hydracides dans l'état dissous, afin de tenir compte, autant que possible, de la formation de leurs hydrates stables, mais en opposant cependant les sels eux-mêmes dans l'état solide, ce qui est permis, en raison de l'absence d'hydrates stables des sels envisagés; les corps antagonistes sont encore ici pris deux à deux sous des états comparables.

» On aura, par ce procédé de calcul :

$$\begin{cases} 2HF\ \text{dissous} + 2KCl\ \text{solide} = 2HCl\ \text{dissous} + 2KF\ \text{solide} \ldots\ldots\ldots & -10,4 \\ \quad » \qquad » \qquad = HCl\ \text{dissous} + KCl\ \text{solide} + KF,HF\ \text{solide} \ldots & +\ 4,0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2HCl\ \text{dissous} + 2KF\ \text{solide} = 2HF\ \text{dissous} + 2KCl\ \text{solide} \ldots\ldots\ldots & +10,4 \\ \quad » \qquad » \qquad = HCl\ \text{dissous} + KCl\ \text{solide} + KF,HF\ \text{solide} \ldots & +14,8 \end{cases}$$

» Le maximum thermique est toujours le fluorhydrate, en présence comme en l'absence du dissolvant.

» II. Les mêmes conclusions s'appliquent, en théorie comme en fait, aux déplacements réciproques entre les *acides azotique et fluorhydrique*, le fluorhydrate répondant toujours au maximum thermique.

» III. De même, avec l'*acide sulfurique*, il se forme d'abord un bisulfate et un fluorhydrate, que l'élévation de température décompose ensuite; mais nous n'insisterons pas. L'acide acétique est plus intéressant.

» IV. *Acides fluorhydrique et acétique.* — Voici les calculs pour l'état gazeux des deux acides antagonistes; ils établissent la nécessité du partage :

$$\left\{\begin{array}{lll} 2HF\text{ gaz} + 2C^4H^3KO^4\text{ sol.} & = 2C^4H^4O^4\text{ gaz} + 2KF\text{ solide} \ldots\ldots & +19{,}4^{\text{Cal}} \\ \quad » & = C^4H^4O^4\text{ gaz} + C^4H^3KO^4\text{ sol.} + KF, HF\text{ sol.} \ldots & +30{,}8 \end{array}\right.$$

$$\left\{\begin{array}{lll} 2C^4H^4O^4\text{ gaz} + 2KF\text{ solide} & = 2HF\text{ gaz} + 2C^4H^3KO^4\text{ solide} \ldots\ldots & -19{,}4 \\ \quad » & = C^4H^4O^4\text{ gaz} + C^4H^3KO^4 + KF, HF\text{ solide} \ldots & +11{,}4\ (^1) \end{array}\right.$$

» Pour l'état d'hydrates stables et dissous des deux acides [2], les sels étant solides :

$$\left\{\begin{array}{lll} 2HF\text{ dissous} + 2C^4H^3KO^4\text{ sol.} & = 2C^4H^4O^4\text{ étendu} + 2KF\text{ solide} \ldots\ldots & +4{,}8^{\text{Cal}} \\ \quad » & = C^4H^4O^4\text{ acide} + C^4H^3KO^4\text{ sol.} + KF, HF\text{ sol.} & +11{,}8 \end{array}\right.$$

$$\left\{\begin{array}{lll} 2C^4H^4O^4\text{ dissous} + 2KF\text{ sol.} & = 2HF\text{ étendu} + 2C^4H^3KO^4\text{ solide} \ldots\ldots & -4{,}8 \\ \quad » & = C^4H^4O^4\text{ étendu} + C^4H^3KO^4\text{ sol.} + KF, HF\text{ sol.} & +10{,}0 \end{array}\right.$$

» En fait, il y a déplacement et partage, tant à l'état anhydre, comme nous l'avons vérifié, qu'à l'état dissous. Nous avons trouvé, par exemple, à 10° :

$$\left\{\begin{array}{ll} C^4H^4O^4(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) + KF(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) \ldots & -0^{\text{Cal}},43 \\ KF(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) + C^4H^3KO^4(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) \ldots & +2^{\text{Cal}},8 \end{array}\right.$$

» Le déplacement partiel de l'acide fluorhydrique par l'acide acétique, dû à la formation du fluorhydrate de fluorure, est très digne d'intérêt et contraste avec la résistance du sulfate à l'acide acétique : cette différence est une nouvelle confirmation de nos théories thermiques.

---

[1] On néglige l'acétate acide, qui doit aussi concourir au phénomène. Les chiffres relatifs au fluorhydrate demeurent positifs, même si on les diminue de $7^{\text{Cal}},2$ pour tenir compte du changement d'état du gaz fluorhydrique. On peut aussi faire les calculs depuis les deux acides liquides; la conclusion demeure la même.

[2] Ou plutôt de l'acide fluorhydrique; la chaleur d'hydratation de l'acide acétique était minime.

» V et VI. Les *acides oxalique* et *tartrique* donnent lieu à des partages semblables et prévus par le calcul, soit pour l'état anhydre, soit pour l'état hydraté des acides, lesquels partages résultent toujours de la formation du fluorhydrate, accompagnée cette fois de celle de l'oxalate acide ou du tartrate acide, qui concourent au phénomène. Nous supprimerons le calcul pour abréger; mais nous croyons utile de donner les expériences relatives à l'état dissous :

*Oxalates.*

$\frac{1}{2}C^4H^2O^8$ dissous + KF($1^{éq} = 2^{lit}$), à 9° .............. $-1^{Cal},22$
$\frac{1}{2}C^4K^2O^8$ dissous + HF($1^{éq} = 2^{lit}$) .................... $+0^{Cal},82$

*Tartrates.*

$\frac{1}{2}C^8H^6O^{12}$ dissous + KF($1^{éq} = 2^{lit}$), à 9° .............. $-1^{Cal},28$
$\frac{1}{2}C^8K^2O^{12}$ dissous + HF($1^{éq} = 2^{lit}$) .................... $+1^{Cal},43$

» Les liqueurs mélangées demeurent transparentes pendant deux ou trois minutes, ce qui permet l'observation calorimétrique, avant la précipitation de la crème de tartre.

» VII. Mais arrivons à l'une des conséquences les plus remarquables de la théorie thermique : nous voulons dire les déplacements réciproques entre les *acides cyanhydrique et fluorhydrique*.

» D'après la théorie,

| | | Cal. |
|---|---|---|
| 2HF gaz + 2KCy solide | = 2HCy gaz + 2KF solide .............. | +27,6 |
| » | = HCy gaz + KCy solide + KF,HF solide .. | +28,7 |
| 2HCy gaz + 2KF solide | = 2HF gaz + 2KCy solide .............. | −27,6 |
| » | = HCy gaz + KCy solide + KF,HF solide... | + 1,1 |

» Le déplacement de l'acide cyanhydrique par l'acide fluorhydrique est conforme aux analogies; mais le déplacement inverse est plus singulier. En fait, l'expérience a confirmé ces prévisions.

» Au rouge sombre, il y a déplacement sensible de l'acide fluorhydrique par l'acide cyanhydrique, agissant sur le fluorure de potassium, et formation de cyanure de potassium. A froid, l'action se fait aussi, mais elle est plus lente. Inversement, l'acide fluorhydrique agit sur le cyanure de potassium et en déplace l'acide cyanhydrique, en formant d'abord du fluorhydrate de fluorure. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la loi des modules ou constantes thermiques de substitution.* Note de M. **Berthelot.**

« Je croirais abuser des moments de l'Académie en revenant soit sur l'historique de la loi des modules, soit sur son degré réel d'approximation pour les sels stables des acides forts, soit sur son peu d'exactitude pour les sels des acides faibles ou des bases faibles, en raison de leur dissociation par l'eau, ainsi que je l'ai expliqué expressément en 1873 et justifié par de nombreuses expériences, explication que M. Tommasi reproduit aujourd'hui sans y rien ajouter : tous ces points sont acquis et ne souffrent aucune discussion (*voir* ce Volume, p. 61).

» Mais il paraît utile de montrer, par des chiffres précis, à quel point la loi est en défaut pour les sels solubles de mercure; ces chiffres sont tirés des expériences que j'ai présentées à l'Académie, et ils figurent depuis quelques années dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes.*

| | | | Différence. |
|---|---|---|---|
| Acide chlorhydrique et | potasse | + 13,7 | + 4,2 |
| | oxyde de mercure | + 9,5 | |
| Acide bromhydrique et | potasse | + 13,7 | + 0,0 |
| | oxyde de mercure | + 13,7 | |
| Acide acétique et | potasse | + 13,3 | + 10,3 |
| | oxyde de mercure | + 3,0 | |
| Acide cyanhydrique et | potasse | + 2,9 | − 12,6 |
| | oxyde de mercure | + 15,5 | |

» On ne saurait d'ailleurs parler de dissociation sensible pour les chlorure, bromure, cyanure de mercure.

» On voit combien les expériences directes sont nécessaires et quelles erreurs on commettrait en appliquant ici la loi des modules, d'après laquelle on aurait dû obtenir, dans tous les cas, une différence constante et égale à + 4,2. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Controverses, au* XVIII<sup>e</sup> *siècle, au sujet des trombes, à propos d'une Note de M.* J. Luvini; par M. **Faye.**

« L'Académie se rappellera peut-être que, après avoir exposé et défendu longuement mes idées sur les tourbillons persistants à axe vertical qui se produisent dans les courants liquides ou gazeux sous l'influence de simples différences de vitesse entre les filets parallèles de ces courants, j'ai recher-

ché si, dans le passé, ces idées avaient été aussi unanimement méconnues qu'elles l'étaient de notre temps, il y a peu d'années. En ce qui touche le point spécial de savoir si les tourbillons aériens sont ascendants, comme le proclamaient alors tous les météorologistes, ou s'ils sont descendants, comme je crois l'avoir démontré, j'ai eu la satisfaction de trouver que deux des plus grands observateurs du siècle passé, Buffon et Spallanzani, avaient soutenu la même thèse que moi. Malheureusement leur intervention a été inutile: le préjugé qu'ils combattaient était trop répandu et trop fermement ancré dans les esprits. M. J. Luvini, professeur de Physique à l'Académie militaire de Turin, vient de m'adresser un complément précieux de ces recherches. Il fait connaître une Note de Spallanzani sur les orages et analyse une discussion qui a eu lieu, au sujet des tourbillons, entre B. Franklin et plusieurs de ses correspondants, Beccaria, Perkins, Cadwalader-Colden. Je demande à l'Académie la permission de mettre sous ses yeux un extrait de cette Note et d'y joindre quelques réflexions.

« Une nouvelle théorie de la grêle, que je publierai dans quelques semaines ou, pour mieux dire, un complément de la belle théorie de M. Faye et une étude sur l'origine de l'électricité de l'atmosphère, des trombes et des cendres des volcans ont appelé mon attention sur les tourbillons et sur les publications de M. Faye à cet égard. Inutile de dire que je trouve la théorie de M. Faye bien raisonnée et juste, le plus souvent, jusque dans les derniers détails.

» Ayant trouvé, dans mes recherches, des faits nouveaux, qui concourent à l'appui de la théorie de M. Faye et des auteurs, qui, dès le siècle dernier, l'ont ébauchée et appuyée de bonnes observations, je pense ne pas faire chose inutile en présentant ce que j'ai pu recueillir.

» M. Faye se préoccupe justement de trouver des observations relatives à l'existence de tourbillons ou de trombes entre la région des cirrhus et celle des nuages orageux, et, après celles de Lecoc et de Severtzow, il ajoute (*Annuaire* de 1875, p. 549) :

» Naturellement, des observations pareilles, faites sur les lieux, c'est-à-dire au sein » d'un nuage à grêle, doivent être rares » ; et plus loin (p. 551) : « Un grand nombre d'observations démontrent que la gyration se prolonge souvent au-dessous du nuage à grêle » jusqu'au sol. Mais rien n'indique dans ces relations qu'on ait aperçu quelque mouvement » tourbillonnaire *au-dessus*, c'est-à-dire dans le vaste espace compris entre les nuages à » grêle et la couche supérieure des cirrhus [1]. »

» Or voici, à ce propos, une observation qui, et par sa nature et par l'autorité de son auteur, mérite bien d'être rappelée. Elle est de Spallanzani.

» En traversant les Apennins pour aller de Parme à Portovenere, le 23 juillet (1783?), il se trouve enveloppé par un orage. Tout en faisant de précieuses observations sur ce qui

[1] Voir à ce sujet une lettre de M. Millot sur les *Trombes internubaires* (*Comptes rendus* du 11 février, p. 383).

H. Faye.

se passait autour de lui, il se hâtait vers le haut, pour descendre de l'autre côté de la montagne, quand quelques rayons de lumière appelèrent son attention, et il reconnut, un peu après, que c'était le Soleil qui commençait à percer les couches supérieures du nuage orageux, dont il avait traversé la presque totalité. A ce point, il changea d'idée et il monta sur une haute crête pour contempler le spectacle de haut en bas.

» De là il voyait l'orage comme un lac immense, illuminé par le Soleil et tout en tempête. Sans parler ici des autres observations, voici comment il s'exprime pour ce qui regarde le mouvement du nuage : « Tandis que là-bas se montrait un fort vent de sud-ouest » (*libeccio*), on voyait les nuages courir dans la direction opposée, pleins de crispations et » d'ondes (*piene d'increspamenti e d'onde*); et à leur mouvement de translation et commun, » il s'en ajoutait d'autres particuliers, et UN *distinctement de rotation, d'où se produi-* » *saient en eux çà et là plusieurs tourbillons et parfois se détruisaient les uns les autres,* » *semblables à ceux que nous voyons en petit dans les eaux des canaux et des fleuves.* » (*Memoria della Società italiana*, vol. II, parte 2$^a$, p. 892, dans une Lettre à Charles Bonnet en date du 12 février 1784.)

» Voilà donc le mouvement tourbillonnaire au-dessus des nuages orageux bien observé et démontré; il était nécessairement à axe vertical et descendant, car il était semblable à ceux des eaux courantes.

» Maintenant je demande la permission d'ajouter quelques notes à l'*Histoire d'un préjugé nautique* de l'*Annuaire* pour 1875. M. Faye, probablement d'après quelque Traité particulier de Météorologie, cite parfois, et notamment dans l'*Annuaire* de 1877, p. 593, Franklin, qui aurait introduit, le premier, l'hypothèse des tempêtes d'aspiration; mais il ne dit rien de sa théorie des trombes.

» Franklin a eu l'occasion d'observer et d'étudier plusieurs ouragans d'aspiration, dirigés de nord-est vers sud-ouest, et notamment un, qui l'empêcha de voir, à Philadelphie, une éclipse de Lune, qui devait arriver un vendredi à 9$^h$ du soir. Quand la poste lui apporta les nouvelles publiques de Boston, où l'on rendait compte des ravages que ce même ouragan y avait faits, il trouva qu'on y avait bien observé le commencement de l'éclipse, quoique Boston soit environ à 400 milles au nord-est de Philadelphie. C'était un ouragan de nord-est, et il aurait dû passer sur cette ville plus tard qu'à Boston. « Je m'en expliquai donc dans une lettre à mon frère, qui demeurait à Boston, dit Franklin, et il » m'apprit par sa réponse que l'ouragan n'y avait commencé que sur les 9$^h$ du soir, de » sorte qu'ils avaient très bien observé l'éclipse; et en comparant toutes les autres relations, que je reçus de plusieurs colonies, des heures du commencement du même ouragan » et de celui d'autres ouragans de la même espèce depuis ce temps, je trouvai que le » commencement était toujours plus tardif en remontant vers le nord-est. Je n'ai pas mes » notes en Angleterre, et je ne puis vous dire de mémoire quelle est la proportion des » temps aux distances; mais il me semble qu'elle est d'environ une heure par centaine de » milles. » (*OEuvres de Franklin*, traduites en français par M. Barbeu-Dubourg; Paris, 1773, t. II, p. 78.)

» L'ouragan dont il parle était arrivé environ vingt ans avant la date de la lettre, et il explique ces faits en supposant une grande chaleur et une grande raréfaction de l'air dans le golfe du Mexique, ou dans le voisinage. « Je vous offre ceci, disait-il à Small, comme » une hypothèse pour rendre raison de ce fait particulier, et peut-être qu'une plus mûre

» réflexion pourra nous en faire trouver une meilleure et plus vraie. Je ne prétends pas dire » que tous les ouragans se forment de la même manière. *Je sais qu'il n'en est pas ainsi de » nos orages de nord-ouest de l'Amérique.* »

» Franklin s'occupa aussi des tourbillons atmosphériques, ou trombes, et dans ses *Observations, conjectures et suppositions physiques et météorologiques*, lues à la Société Royale le 3 juin 1756, il en ébaucha même une théorie. Voici comment il s'exprime (vol. cité, p. 10) :

« Des fluides pesants, qui descendent, forment souvent des tournants ou tourbillons, » comme cela se voit dans un entonnoir, où l'eau acquiert un mouvement circulaire en » s'éloignant de toutes parts du centre et laissant au milieu un vide plus grand par le haut » et diminuant vers le bas, comme un porte-voix ayant sa principale ouverture tournée vers » le haut.

» L'air qui descend ou qui monte peut former des tournants ou tourbillons tous sem- » blables, les parties de l'air acquérant un mouvement circulaire et s'éloignant du milieu » du cercle par une force centrifuge et y laissant un vide; si l'air descend, le vide est plus » grand par le haut et va en diminuant vers le bas. Si, au contraire, l'air monte, le vide » est plus grand par le bas, comme un porte-voix ayant sa plus large ouverture contre » terre.

» En même temps que l'air descend avec violence en quelques endroits, il peut s'élever » avec la même violence en d'autres et former ainsi tout à la fois deux tourbillons de dif- » férentes espèces. »

» Tout cela, en ligne de raisonnement, peut bien aller; mais il semble que Franklin aurait dû, tout de suite, ajouter : maintenant, toutes les trombes observées sont évasées en haut; donc il n'y a que des trombes descendantes. Au lieu de cela, épris du préjugé si bien décrit et combattu par M. Faye, il continue de la manière suivante :

» L'air, dans son mouvement de tournoiement, s'éloignant en tout sens du centre, ou » de l'axe de la trompette, y laisse un vide, qui ne saurait être rempli par les côtés, parce » que l'air tournoyant forme comme un arceau qui en empêche : il faut donc qu'il y soit » précipité par les extrémités béantes.

» La plus grande pression de dehors en dedans doit être à l'ouverture inférieure, où se » trouve le plus grand poids de l'atmosphère environnante. L'air qui y pénètre y monte » rapidement et enlève avec lui de la poussière, des feuilles et même des corps plus gros- » siers, qui se trouvent en son chemin, lorsque le tourbillon ou trombe passe sur » terre.

» S'il passe sur l'eau, le poids de l'atmosphère environnante pousse l'eau dans sa » cavité, où une partie se joint successivement à l'air environnant, et, augmentant son » poids et participant à son mouvement accéléré, elle s'éloigne de plus en plus du centre » ou de l'axe de la trompe, à mesure que la pression diminue. A la fin, à force d'élargir la » trompe, l'eau se brise en menues parcelles, assez adhérentes à l'air pour en être soutenues, » et paraît comme un nuage obscur au sommet de la trompe.

» Ainsi ces tournoiements d'air peuvent former des tourbillons sur terre et des trombes en » manière de jets d'eau sur mer. »

» Cette doctrine de Franklin n'a pas trouvé grâce auprès de tous ses amis et contemporains.

» Voici comment s'exprime Cadwalader-Colden en écrivant à Franklin :

« Vous avez embrassé l'opinion commune sur les trombes, et ma propre observation oculaire me persuade que c'est une fausse idée. Dans un voyage aux Indes occidentales, j'eus » occasion d'observer plusieurs trombes. Il en passa une à moins de 30 ou 40 verges du » vaisseau où j'étais ; je la considérai avec toute l'attention possible et, quoiqu'il y ait actuellement quarante ans, elle fit sur moi une impression si forte, que je me la rappelle encore » bien distinctement. Toutes ces trombes parurent dans des intervalles de calme, c'est-à-dire » entre les vents réguliers et les vents variables, au mois de juillet. Celle qui passa si près de » nous avait la figure d'un cône renversé, c'est-à-dire sa pointe tournée vers la mer, en approchant à peu près à 8 pieds de distance de sa surface, et sa base dans un nuage noir. » Nous avions un calme absolu ; la trombe passa lentement à côté du vaisseau ; j'eus la facilité d'observer clairement qu'il sortait de la trombe un courant violent de vent, qui faisait » une trouée d'environ 6 pieds de diamètre sur la surface de l'eau et soulevait l'eau en forme » de bourrelet circulaire et inégal autour de cet enfoncement, comme pourrait le faire un vent » très fort d'une paire de gros soufflets dont le tuyau serait dirigé perpendiculairement sur » la surface de l'eau, et nous entendions clairement le même bruit de sifflement que les » bouffées de vent d'un pareil soufflet produiraient sur l'eau. Je suis très sûr qu'il n'y avait » rien que l'on pût rapporter à une succion de l'eau de la mer dans la trombe, à moins » qu'on ne voulût se faire illusion, en prenant le rejaillissement de l'eau, qui s'élevait en » forme de bourrelet à peu de hauteur, pour de l'eau montant dans la trombe. Je distinguais » aisément un espace vide d'environ 8 pieds entre la mer et la pointe du cône, où rien n'interrompait la vue, comme cela n'aurait pas manqué d'arriver s'il s'y était élevé de l'eau » de la mer. Je vis dans le même voyage plusieurs trombes.... Je suis convaincu qu'il sortait » de chacune de ces trombes un courant de vent et que c'était par ce courant de vent qu'il » y a souvent des vaisseaux tout à coup renversés,... quoiqu'il fît un calme parfait l'instant » d'avant que cette bouffée les frappât. »

» Voyons maintenant ce que dit le D^r Perkins dans ses lettres à B. Franklin (vol. cité).

« Ce qui m'a donné occasion de penser que toutes les trombes descendent, c'est que j'ai » trouvé la chose bien constatée par rapport à quelques-unes ; c'est qu'il m'a paru difficile » de concevoir qu'un corps aussi pesant que l'eau pût être élevé par aucune force à nous » connue qui soit suffisante pour cela ; et c'est principalement l'inspection des dessins de » trombes que M. Stuart nous a donnés dans les *Transactions philosophiques*.

» ... Cette circonstance de la courbure du sommet du buisson en dehors ne paraît pas » s'accorder avec ce que j'appelle un tourbillon direct (*ascendant*), mais elle s'accorde à » merveille avec un tourbillon renversé (*descendant*) ; car un tourbillon direct balayerait » l'intérieur du buisson, si toutefois dans ce cas il y avait quelque apparence de buisson.

» Quant au pilier d'eau, comme on l'appelle par rapport à sa forme, je suppose que ce » n'est que le bout de la trombe plongé dans le buisson, un peu obscurci par la surface du » nuage, et qui est peut-être enflé à l'œil fort au delà de sa véritable grosseur, par une réfraction qui peut encore occasionner cette apparence de séparation entre la partie qui plonge » dans le buisson et celle d'au-dessus. La partie engagée dans le buisson est cylindrique » aussi bien que celle d'au-dessus, c'est-à-dire que son épaisseur est la même depuis le » haut du buisson jusqu'à la surface de l'eau. Dans le cas d'un tourbillon (*trombe ascendante*), au lieu de cette figure, ce devrait être celle d'une pyramide...

» Je pourrais continuer ces extraits, mais je pense que cela suffit pour montrer qu'au XVIII^e siècle il y a eu bien des savants qui ne se sont pas laissé entraîner par le préjugé nautique dont il est question, et M. Faye peut être fier de rencontrer dans Perkins un champion qui a combattu dans le même tournoi que lui et pour la même cause.

» Les réponses de Franklin à son ami ne sont pas à la hauteur du nom de celui qui les a faites.

» La théorie des trombes de Beccaria repose sur les attractions électriques, comme celle imaginée bien plus tard par Peltier et développée par M. Marié-Davy. Il imitait, comme Peltier, les trombes en suspendant des gouttes d'eau au conducteur de la machine électrique au-dessus d'un vase d'eau. En électrisant le conducteur, la goutte s'allongeait en bas et l'eau inférieure s'élevait sous la goutte. Il paraît que plus tard il ne donnait plus tant d'importance à son explication, car, dans l'*Elettricismo artificiale* (Turin, 1773), il n'en parlait plus exprès; seulement, en rappelant les expériences de Priestley (p. 255) sur les gouttes d'eau suspendues qui s'allongeaient, il ajoute : *Similmente che io con gocce così allungate rappresentava le trombe di mare nell' Elettricismo naturale.*

» Partant, si, aux écrits de Perkins et de Cadwalader-Colden que j'ai cités, nous ajoutons les belles déductions de Buffon et les observations et conclusions de Spallanzani, dont parle M. Faye dans les *Comptes rendus* de 1879, nous pouvons conclure que, dans le XVIII^e siècle, le préjugé nautique a été combattu par des savants illustres avec de solides raisons et d'excellentes observations.

» Spallanzani a vu directement et déclaré dans plusieurs endroits de son Mémoire le mouvement tourbillonnaire dans les trombes qu'il a observées, soit dans le nuage et à la base de la trombe, soit dans les autres parties de celle-ci, et dans les conclusions, qui ne se trouvent pas dans les *Comptes rendus*, il dit explicitement que le mouvement tourbillonnaire, qui doit avoir son origine dans le choc de vents contraires, part d'en haut, perce et traverse le nuage et descend en bas, quelquefois jusqu'à la mer, et quelquefois moins profondément. C'est donc au mouvement tourbillonnaire descendant qu'il attribuait l'abaissement des eaux et la formation du buisson, et non pas à un simple souffle de haut en bas. Certes il n'avait aucune idée de la vraie origine des tourbillons qu'il a observés.

» Tout cela ne diminue en rien la gloire de M. Faye, qui, dans la discussion d'un nombre immense d'observations, a su démêler les faits vrais qui étaient dus à des illusions optiques ou à des préjugés, et surtout en déduire, d'après un mûr examen, la seule théorie qui soit d'accord avec les faits exactement constatés et à la hauteur de la Science actuelle. Les théories de ceux qui l'ont précédé dans ce chemin sont loin d'avoir la précision et l'exactitude de celle de M. Faye; quelques-unes même sont ridicules, et c'est pour cela que, dans mes citations, je n'ai rien dit des idées théoriques du D^r Perkins et de Colden. »

» Le passage précédent sur les tempêtes d'aspiration de Franklin a l'avantage de montrer par quelle voie ce grand physicien est arrivé à une idée si radicalement fausse. Un ouragan éclate à Philadelphie juste au moment où Franklin se disposait à observer une éclipse de Lune. Le vent soufflait du nord-est vers le sud-ouest. Cependant, à Boston, situé à 400 milles plus au nord-est, l'ouragan n'éclata que plus tard, soufflant aussi du nord-est, en sorte qu'on y put observer cette même éclipse. Il parut donc à Franklin que l'ouragan s'était propagé en sens inverse du vent

violent qui le constituait. Pour s'en rendre compte, à une époque où l'on ignorait encore la nature gyratoire des tempêtes, il ne voyait, il ne pouvait trouver qu'un moyen, c'était de supposer que le vent soufflant du nord-est vers le sud-ouest était provoqué par un centre d'aspiration situé au sud-ouest, en arrière de Philadelphie (par rapport à Boston), dans le golfe du Mexique par exemple, et que cette aspiration se propageait successivement, de manière à ébranler l'air de Philadelphie beaucoup plus tôt que celui de Boston, ville plus éloignée du centre d'appel.

» Cependant, cette explication, suggérée par un premier aperçu, n'était pas admissible, même à l'époque de Franklin. En effet, une raréfaction qui se serait produite dans les couches inférieures de l'atmosphère, sur le golfe du Mexique, n'aurait pas aspiré seulement l'air situé dans la direction de Philadelphie et de Boston : elle aurait été comblée par l'air affluant *de tous les côtés* à la fois, non seulement des régions basses de l'atmosphère, mais aussi des régions élevées, et ainsi elle n'aurait pas produit une tempête sur une ligne dirigée du sud-ouest au nord-est.

» Pour rendre quelque vraisemblance à cette tempête d'aspiration, on était conduit à admettre cette autre hypothèse non moins singulière, à savoir que l'air affluant de tous côtés, non en souffle de brise, mais en tempête, vers le vide du golfe du Mexique, ne parvenait pas à combler ce vide, parce qu'il se produisait là un puissant tirage vertical et que l'air affluant à basse température se trouvait enlevé à une grande hauteur. Par là, le vide ainsi produit devait tendre à se perpétuer sur place.

» Cet échafaudage d'erreurs ne se serait pas un seul instant présenté à l'esprit de Franklin s'il avait su, comme nous, que les tempêtes sont gyratoires. Il aurait vu alors que si, dans cette tempête marchant du sud-ouest au nord-est, le vent soufflait du nord-est à Boston, en sens contraire de la marche de la tempête, c'est que Boston se trouvait dans le demi-cercle maniable, à gauche de la trajectoire de son centre. À droite, Franklin aurait éprouvé un vent violent de sud-ouest. La marche de ce cyclone avait lieu, *comme toujours*, vers le nord-est : il a donc dû frapper Boston plus tard que Philadelphie, et si l'on a observé un vent de nord-est dans ces deux villes, c'est tout bonnement que la droite qui joint ces deux villes était située du même côté gauche de la trajectoire de l'ouragan.

» Cette citation de M. J. Luvini a donc l'avantage de mettre en pleine lumière l'origine d'une erreur tenace qui a longtemps dénaturé la météorologie dynamique; elle répond, comme on le voit, à des faits, mais à des faits bien imparfaitement connus, sur lesquels on s'est trop hâté d'échafauder une théorie d'ailleurs insoutenable en elle-même. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ch.-V. Zenger** adresse, de Prague, un « Résumé des observations héliophotographiques et des grands mouvements atmosphériques et endogènes ».

D'après l'auteur, ce résumé mettrait en évidence une périodicité de dix à treize jours, déjà signalée par lui, pour les grands mouvements cycloniques des couches élevées de l'atmosphère; il confirmerait l'opinion qui attribue une cause cosmique aux orages, aux aurores boréales et à tous les changements d'équilibre électrique ou magnétique de notre planète.

(Commissaires : MM. Faye, d'Abbadie, Daubrée.)

M. **Debruge** adresse une nouvelle Note sur les aérostats dirigeables.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** communique à l'Académie le désir exprimé par le gouvernement des États-Unis, que la France soit représentée à la réunion de la Conférence internationale, pour l'établissement d'un méridien universel, qui sera convoquée à Washington le 1er octobre prochain.

(Renvoi à la Section d'Astronomie et à la Section de Géographie et Navigation.)

ASTRONOMIE. — *Détermination de la différence de longitude entre Paris et l'observatoire de Bordeaux (Floirac).* Note de MM. **G. Rayet** et **Salats**, présentée par M. Lœwy.

« Les observations astronomiques nécessaires à la détermination de la différence de longitude entre Paris et l'observatoire de Bordeaux (Floirac) ont été faites en octobre et novembre 1881. La station de Paris avait été placée dans le pavillon méridien de la Marine, à l'Observatoire de Montsouris. La station de Bordeaux était établie à $26^m,10$ dans l'est du cercle méridien de l'observatoire de Bordeaux, et se trouvait pourvue d'un cercle

méridien de Rigaud, très obligeamment prêté par M. l'amiral Mouchez, et d'un chronographe de Breguet, appartenant au Bureau des Longitudes.

» Les observateurs ont été : M. le lieutenant de vaisseau Salats, au nom de l'observatoire de Montsouris; M. G. Rayet, pour l'observatoire de Bordeaux.

» La méthode suivie pour les observations et pour la discussion des résultats individuels est, dans ses principes essentiels, analogue à celle qu'a employée M. Lœwy, dans son Mémoire *Sur les longitudes de Berlin et de Bonn.*

» L'équation personnelle relative des observateurs a été déterminée deux fois, au commencement et à la fin des observations, et les observateurs ont été intervertis. Dans chaque soirée les pendules ont été comparées deux fois.

» Le Tableau suivant renferme les différentes valeurs de la longitude (non corrigées de l'équation personnelle) obtenues dans les diverses soirées :

Première série (M. Rayet, à Paris; M. Salats, à Bordeaux).

| Dates. | Longitude. | Erreur moyenne. | Poids. |
|---|---|---|---|
| | m s | s | |
| 1881. Octobre 16 ....... | 11.26,316 | ± 0,025 | 3,27 |
| » 17 ....... | 11.26,223 | ± 0,024 | 3,52 |
| » 18 ....... | 11.26,264 | ± 0,025 | 3,27 |
| » 29 ....... | 11.26,296 | ± 0,024 | 3,52 |
| » 30 ....... | 11.26,279 | ± 0,028 | 2,58 |
| Moyenne pondérée.... | 11.26,275 | Poids de la moy. | 16,16 |

Erreur moyenne de la moyenne..... ± 0s,011

Deuxième série (M. Salats, à Paris; M. Rayet, à Bordeaux).

| Dates. | Longitude. | Erreur moyenne. | Poids. |
|---|---|---|---|
| | m s | s | |
| 1881. Novembre 6 ...... | 11.26,014 | ± 0,040 | 1,27 |
| » 7 ...... | 11.25,973 | ± 0,042 | 1,15 |
| » 8 ...... | 11.25,939 | ± 0,029 | 2,41 |
| » 9 ...... | 11.25,975 | ± 0,029 | 2,41 |
| » 11 ...... | 11.26,033 | ± 0,030 | 2,25 |
| » 12 ...... | 11.25,907 | ± 0,029 | 2,41 |
| » 19 ...... | 11.26,008 | ± 0,025 | 3,27 |
| Moyenne pondérée.... | 11.25,977 | Poids de la moy. | 15,17 |

Erreur moyenne de la moyenne..... ± 0s,012

» Les deux séries de longitudes présentent une différence de 0s,298, dont la moitié, 0s,149, devrait être égale à la différence d'équation personnelle des observateurs. En réalité, cette équation personnelle (Salats-Rayet) a varié de + 0s,158 à + 0s,098 entre le 4 octobre et le 30 novembre, époques moyennes des deux déterminations directes.

» Les valeurs individuelles de la longitude doivent donc être combinées à l'aide de deux hypothèses différentes.

» *Première hypothèse.* — On peut d'abord supposer que les séries d'observations antérieures au 16 octobre ont définitivement fixé la manière d'observer des observateurs; la première série des longitudes doit alors être diminuée de $0^s,149$ (valeur de l'équation personnelle révélée par la longitude elle-même), et la seconde augmentée de la même quantité. Dans cette hypothèse, les longitudes individuelles sont :

| Dates. | | | Longitudes. | Dates. | | | Longitudes. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | m s | | | | m s |
| 1881. | Octobre | 16...... | 11.26,167 | 1881. | Novembre | 7....... | 11.26,122 |
| | » | 17...... | 11.26,074 | | » | 8....... | 11.26,088 |
| | » | 18...... | 11.26,115 | | » | 9....... | 11.26,124 |
| | » | 29...... | 11.26,145 | | » | 11....... | 11.26,182 |
| | » | 30...... | 11.26,130 | | » | 12....... | 11.26,056 |
| | Novembre | 6...... | 11.26,163 | | » | 19....... | 11.26,157 |

Moyenne pondérée....... 11.26,126

Erreur moyenne de la moyenne.... ± $0^s,008$ Poids de la moyenne... 31,33

» L'unité de poids est le poids d'une observation dont l'erreur moyenne serait ± $0^s,045$.

» Les nombres précédents ne montrent pas de marche sensible, en sorte que l'hypothèse de la constance de l'équation personnelle paraît très probable.

» *Seconde hypothèse.* — Si l'on suppose, au contraire, que l'équation personnelle a varié proportionnellement au temps, et c'est la seule hypothèse mathématique susceptible d'être traduite en chiffres certains, puisque l'on ne dispose que de deux déterminations directes de cet élément, il faut appliquer aux longitudes individuelles une correction proportionnelle à la date de la longitude considérée et variant de $0^s,158$ (4 octobre) à $0^s,098$ (30 novembre).

» Les valeurs individuelles de la longitude sont alors les suivantes :

| | | | m s | | | | m s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1881. | Octobre | 16..... | 11.26,170 | 1881. | Novembre | 7..... | 11.26,097 |
| | » | 17..... | 11.26,078 | | » | 8..... | 11.26,062 |
| | » | 18..... | 11.26,120 | | » | 9..... | 11.26,097 |
| | » | 29..... | 11.26,163 | | » | 11..... | 11.26,153 |
| | » | 30..... | 11.26,147 (1) | | » | 12..... | 11.26,026 |
| | Novembre | 6..... | 11.26,139 | | » | 19..... | 11.26,120 (2) |

Moyenne pondérée...... 11.26,116 Erreur moyenne de la moyenne.... ±0,008

(1) Moyenne pondérée de la première série, $11^m 26^s,135$.

(2) Moyenne pondérée de la seconde série, $11^m 26^s,097$.

» L'erreur probable de ce second mode de combinaison est identique à celle du précédent, le mode de correction de l'erreur systématique d'équation personnelle n'intervenant pas dans le calcul.

» Cette seconde valeur de la longitude diffère de la première de $0^s,010$ seulement, mais elle ne nous paraît pas devoir être adoptée.

» En effet, dans cette seconde hypothèse :

» 1° La moyenne des longitudes d'octobre est $11^m 26^s,135$, et la moyenne de celles de novembre, $11^m 26^s,097$, inférieure de $0^s,038$ à la précédente, ce qui ne devrait pas se produire dans le cas où la correction de l'équation personnelle aurait été faite correctement.

» 2° Les longitudes de chaque série sont concordantes entre elles, et ne montrent pas de variation systématique analogue à celle que donnerait un changement progressif dans l'équation personnelle.

» 3° Si l'on considère les diverses déterminations individuelles de la longitude comme des mesures indépendantes et de même poids, d'une quantité constante, l'erreur moyenne de la valeur de la longitude est, dans la première hypothèse, de $\pm 0^s,011$, et dans la seconde hypothèse, de $\pm 0^s,013$ ; l'accroissement de l'erreur moyenne dans la seconde hypothèse semble prouver qu'elle comporte une correction inexacte de l'équation personnelle [1].

» 4° Enfin tout concourt à faire penser que les conditions physiologiques dans lesquelles se fait la détermination directe de l'équation personnelle sont assez différentes des conditions des observations elles-mêmes pour pouvoir conduire à une valeur inexacte de l'équation personnelle.

» Pour ces diverses raisons, nous croyons qu'il faut adopter le mode de combinaison qui suppose l'équation personnelle constante et prendre pour différence de longitude des piliers de Montsouris et de Bordeaux

$$11^m 26^s,126 \pm 0^s,008.$$

» Le pilier de Montsouris est de $0^s,238$ à l'ouest du méridien de Cassini ; le cercle méridien de l'observatoire de Bordeaux est à $0^s,080$ à l'ouest du pilier de la longitude.

» La longitude du cercle méridien de l'observatoire de Bordeaux est donc

$$11^m 26^s,444 \pm 0^s,008$$

à l'ouest du méridien de Paris. »

---

(1) La moyenne arithmétique des longitudes individuelles calculées dans la première hypothèse est $11^m 26^s,124 \pm 0^s,011$; la moyenne des longitudes individuelles calculées dans la seconde hypothèse est $11^m 26^s,114 \pm 0^s,013$.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Remarques à propos des recherches qui ont été faites sur la propagation des ondes atmosphériques produites par les explosions de Krakatoa.* Lettre de M. **Foerster** à M. Wolf.

« Dans quelques Communications publiées dans les *Comptes rendus*, sur la propagation des ondes atmosphériques produites par la grande explosion de Krakatoa, on a fait mention des observations analogues de Berlin, publiées par moi, comme si elles constituaient une espèce de titre de priorité.

» Le texte de ma publication ne justifie pas cette interprétation; cependant, dans l'intérêt de la vérité scientifique, je vous serais très obligé, si vous vouliez bien déclarer en mon nom que je ne prétends à aucune priorité dans ces observations. J'ai simplement été amené, par une publication du général Strachey, dans le journal anglais *Nature*, sur les observations barométriques de ces ondulations en treize stations différentes, à examiner les courbes barométriques de notre Institut des Poids et Mesures : j'y ai trouvé les ondulations indiquées de la manière, si distincte et si décisive, que j'ai décrite dans ma Communication destinée au grand public, en ajoutant expressément que ces observations n'étaient qu'une contribution à l'évidence qui ressortait d'un grand nombre d'autres faites en différents lieux. J'ai seulement omis de nommer à cette occasion M. le général Strachey, parce que, d'après sa publication elle-même, on ne pouvait pas décider encore quel était le premier et véritable auteur ou promoteur de cette recherche intéressante. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les diviseurs de certains polynômes et l'existence de certains nombres premiers.* Note de M. **A. Genocchi**.

« Les théorèmes indiqués par M. Lefébure [1] me rappellent une Note que j'ai publiée en 1868 dans les *Annales* de MM. Brioschi et Cremona et dont j'ai présenté un extrait dans la séance du 21 mai 1876 de l'Académie de Turin, à l'occasion de recherches analogues de M. Édouard Lucas. Dans cette Note, j'ai considéré des polynômes $A_k$ et $B_k$, fonctions entières des deux quantités quelconques $a$ et $b$, en posant l'équation

$$(a+\sqrt{b})^k = A_k + B_k\sqrt{b},$$

[1] Voir même Tome, p. 293.

et désignant par $k$ un nombre entier positif. Les polynômes $A_k$ et $B_k$, quoique différents de ceux qu'a étudiés M. Lefébure, jouissent de propriétés intéressantes, dues en partie à Euler, Lagrange, Legendre, et qui conduisent à démontrer l'existence de certains nombres premiers.

» Si $a$ et $b$ sont deux nombres entiers, $A_k$ et $B_k$ sont des nombres entiers et ne pourront avoir pour diviseurs communs des nombres premiers impairs qui ne soient pas diviseurs communs de $a$ et $b$. Nous supposerons toujours $a$ et $b$ premiers entre eux. Pour deux valeurs $m$ et $m'$ de $k$, dont le plus grand commun diviseur soit $\mu$, tout diviseur impair commun à $B_m$ et $B_{m'}$ sera aussi un diviseur de $B_\mu$; $m$ et $n$ étant deux nombres entiers positifs, on aura $B_{mn}$ divisible par $B_m$, et le quotient Q ne pourra avoir avec $B_m$ des diviseurs impairs communs qui ne soient pas diviseurs du nombre $n$.

» Soit $p$ un diviseur premier impair de ce quotient Q, tel que ni $b$ ni $n$ ne soient divisibles par $p$ : $b$ sera un résidu ou un non-résidu quadratique de $p$, et dans le premier cas $B_{p-1}$, dans le second $B_{p+1}$ seront divisibles par $p$. De là on conclut que, si $n$ est un nombre premier, et $m$ une puissance $n^{i-1}$ du même nombre, l'indice $p \mp 1$ sera un multiple de $mn = n^i$, et l'on aura $p \mp 1 = n^i z$, $p = n^i z \pm 1$. Ainsi nous aurons trouvé des nombres premiers de ces deux formes $n^i z \pm 1$, où $n$ peut avoir la valeur 2, et $i$, $z$ seront des nombres entiers positifs.

» On peut discuter les cas particuliers de $b = \pm 1$, $b = \pm 2$, avec $a$ multiple du nombre premier $n$. Il est facile d'en déduire que, pour $b = +1$, tout diviseur premier impair de Q sera de la forme $n^i z + 1$, $n$ pouvant être égal à 2; et que pour $b = -1$, si l'on prend $a$ pair et $n$ de la forme $4k + 3$, Q aura quelque diviseur premier $n^i z - 1$ de la même forme $4k + 3$. Pour $b = \pm 2$, on obtiendra encore des nombres premiers $p = n^i z - 1$ diviseurs de Q, qui soient de l'une des formes $8k \pm 3$ si $n$ est de la forme $8k - 1$, ou bien qui soient de la forme $8k - 3$ ou de la forme $8k - 1$ si $n$ est de l'une des formes $8k - 1$, $8k \pm 3$.

» En prenant $a = 2$, $b = -1$, on démontre qu'il existe des nombres premiers de la forme $2^i z - 1$ qui sont diviseurs de la formule

$$\frac{(2 + \sqrt{-1})^k - (2 - \sqrt{-1})^k}{2\sqrt{-1}},$$

si l'on suppose que $k$ soit une puissance de 2.

» Si $n$ est un nombre premier impair quelconque et $b$ l'un de ses non-résidus quadratiques, on trouvera aussi des nombres premiers $p = n^i z - 1$,

qui, de plus, vérifient la condition d'avoir $b$ pour non-résidu quadratique.

» Soit enfin $m$ un nombre entier quelconque : on peut démontrer qu'il existe des nombres premiers de la forme $mz+1$ et de la forme $mz-1$, et qu'il en existe une infinité pour chacune de ces formes. Pour la forme $mz+1$, on prend $a$ multiple de tous les diviseurs premiers de $m$, et $b=1$; pour la forme $mz-1$, on a recours à l'équation binôme $x^m-1=0$ et à l'équation $X=0$, ayant pour racines les racines primitives de l'équation; on fait $x=\frac{a+\sqrt{b}}{a-\sqrt{b}}$ et l'on prend $b=-h^2$, avec $a$ et $h$ nombres entiers : la valeur que prendra la fonction entière X aura des diviseurs premiers $mz-1$ de la forme $4k+3$.

» Quelques-uns de ces théorèmes fournissent une démonstration simple du théorème de Fermat généralisé depuis immensément, par Legendre, d'après lequel le double d'un nombre premier $n$ de la forme $8k-1$ est la somme de trois carrés. En effet, on déduit de nos énoncés qu'il est possible de déterminer trois nombres entiers $r$, $s$, $t$ satisfaisant à l'équation employée par Dirichlet

$$2nt^2+r-2nrs=-1. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la composition de polynômes qui n'admettent que des diviseurs premiers d'une forme déterminée.* Note de M. **Lefébure**, présentée par M. Hermite.

« Les polynômes de la forme $A^{n-1}+A^{n-2}B+\ldots+AB^{n-2}+B^{n-1}$, où $n$ est un nombre premier, où A et B sont des nombres quelconques premiers entre eux, B pouvant prendre le signe —, n'admettent que des diviseurs de la forme $Hn+1$; $n$ est aussi diviseur si $A-B$ est divisible par $n$.

» Je vais établir que ces diviseurs, à l'exception de $n$, sont nécessairement de la forme $H'n^2+1$ si A et B sont des puissances $n^{\text{ièmes}}$.

» Je rappelle d'abord l'énoncé d'un théorème que j'ai démontré dans un Mémoire sur les résidus des puissances $n^{\text{ièmes}}$ des nombres, sur lequel je m'appuierai, et qui a aussi ses applications dans d'autres questions.

» $p$ désignant un nombre premier de la forme $Hn+1$, les résidus des puissances $n^{\text{ièmes}}$ des nombres obtenus par le diviseur $p$ sont au nombre de H. Si je considère la suite des $(p-1)$ premiers nombres $1, 2, 3, \ldots, (p-1)$, cette suite peut se partager en H séries de $n$ nombres chacune, de telle sorte que les nombres d'une même série élevés à la puissance $n^{\text{ième}}$ conduisent à

un même résidu et que leur somme soit un multiple de $p$. J'ai démontré, de plus, qu'il se présente toujours l'un des deux cas suivants : 1° les nombres sont tous résidus dans certaines séries, et dans les autres aucun d'eux n'est résidu ; 2° dans chaque série il y a un résidu, mais un seul.

» *Exemples.* — Soient $p = 19$, $H = 6$, $n = 3$. Ces dix-huit premiers nombres forment les six séries suivantes :

| Résidus. | | Résidus. | | Résidus. | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.. | $1+7+11=19,1$ | 8.. | $2+3+14=19,1$ | 11.. | $10+13+15=19,2$ |
| 7.. | $4+6+9=19,1$ | 18.. | $8+12+18=19,2$ | 11.. | $5+6+17=19,2$ |

Dans chaque série, les sommes sont des multiples de $p$. Les résidus composent deux séries ; dans les autres, il n'y a pas de résidus.

» Soient $p = 41$, $H = 8$, $n = 5$ ; on a les huit séries suivantes :

| Résidus. | | Résidus. | |
|---|---|---|---|
| 1... | $1+10+16+18+37=41,2$ | 40... | $40+31+25+23+4=41,3$ |
| 3... | $11+12+28+34+38=41,3$ | 38... | $30+29+13+7+3=41,2$ |
| 9... | $5+8+9+21+39=41,2$ | 32... | $36+33+32+20+2=41,3$ |
| 14... | $15+22+24+27+35=41,3$ | 27... | $26+19+17+14+6=41,2$ |

Dans chacune de ces séries, un seul des termes est résidu.

» Lorsque le premier cas a lieu, H est nécessairement divisible par $n$, car le nombre des résidus est un multiple de $n$, et H représente ce nombre ; $p$ est alors de la forme $H'n^2 + 1$.

» Cela posé, soit $p$ un diviseur de $A^{n-1} + A^{n-2}B + \ldots + AB^{n-2} + B^{n-1}$, diviseur de la forme $Hn + 1$ ; soit $A = C^n$ et d'abord $B = 1$. Je remplace A et B par $C^n$ et 1 dans le polynôme précédent ; il vient

$$C^{n(n-1)} + C^{n(n-2)} + \ldots + C^n + 1 \equiv 0 \pmod{p},$$

et, si l'on multiplie par $C^n - 1$, on obtient

$$(C^n)^n - \equiv 0 \pmod{p}.$$

Soit $\alpha$ le résidu de $C^n$ divisé par $p$, de sorte que

$$C^n \equiv \alpha \pmod{p}, \quad \alpha^n - 1 \equiv 0 \pmod{p}.$$

$\alpha$ ne peut être l'unité, car alors $C^{n(n-1)} + C^{n(n-2)} + \ldots + C^n + 1 \equiv 0 \pmod{p}$ deviendrait $n \equiv 0 \pmod{p}$ en vertu de $C^n \equiv 1 \pmod{p}$, ce qui est impossible.

» Soient $r$, $s$ des nombres moindres que $n$, de sorte que $r - s$ soit moindre que $n$ et, par suite, premier avec $n$ nombre premier ; les résidus

obtenus par les divisions de $\alpha^r$, $\alpha^s$ par $p$ sont différents. En effet, supposons qu'ils puissent être égaux; on aura

$$\alpha^r \equiv \alpha^s \pmod{p}, \quad \alpha^s(\alpha^{r-s}-1) \equiv 0 \pmod{p}, \quad \alpha^h - 1 \equiv 0 \pmod{p},$$

en posant $r - s = h$. On a déjà $\alpha^n - 1 \equiv 0 \pmod{p}$. Soit $n = h\rho + h'$; il vient, en remplaçant $n$ par sa valeur dans $\alpha^n - 1 \equiv 0 \pmod{p}$,

$$(\alpha^h)^\rho \alpha^{h'} - 1 \equiv 0 \pmod{p}, \quad \text{d'où} \quad \alpha^{h'} - 1 \equiv 0 \pmod{p},$$

en vertu de $\alpha^h - 1 \equiv 0 \pmod{p}$. Comme $n$ et $h$ sont premiers entre eux, on arrive, en agissant sur $h$ et $h'$ comme sur $n$ et $h$, et ainsi de suite, à un dernier reste égal à l'unité; par suite, on obtient $\alpha - 1 \equiv 0 \pmod{p}$, ce qui n'est pas possible, puisqu'on a vu que $\alpha$ est différent de l'unité. Ainsi $\alpha^r$, $\beta^s$, divisés par $p$, donnent des résidus différents. De plus, si on les élève à la puissance $n^{\text{ième}}$, ils conduisent à un même résidu, au résidu 1. En effet, on a

$$\alpha^n - 1 \equiv 0 \pmod{p}, \quad \text{d'où} \quad (\alpha^r)^n - 1 \equiv 0 \pmod{p}, \quad (\alpha^s)^n - 1 \equiv 0 \pmod{p}.$$

On est donc dans le premier cas indiqué précédemment. Ainsi $p$ est de la forme $H'n^2 + 1$, ce qu'il fallait établir.

» Nous avons supposé $B = 1$; soit, plus généralement, $B = D^n$; alors $A^{n-1} + A^{n-2}B + \ldots + B^{n-1}$ conduit à

$$C^{n(n-1)} + C^{n(n-2)}D^n + \ldots + C^n D^{n(n-2)} + D^{n(n-1)} \equiv 0 \pmod{p},$$
$$(C)^n - (D^n)^n \equiv 0 \pmod{p}.$$

Posons $D^n \equiv C^n R^n \pmod{p}$, ce qui est toujours possible d'après les propriétés des résidus; il vient, en remplaçant $D^n$ par sa valeur et en supprimant les facteurs $C^{n(n-1)}$, $(C^n)^n$, qui n'admettent pas le facteur $p$,

$$1 + R^n + \ldots + R^{n(n-2)} + R^{n(n-1)} \equiv 0 \pmod{p}, \quad (R^n)^n - 1 \equiv 0 \pmod{p}.$$

On est donc ramené au cas précédent; $p$ est donc encore de la forme $H'n^2 + 1$.

» *Applications.* — Soient $n = 3$, $A = 4^3$, $B = 1$; on a

$$4^6 + 4^3 + 1 = 3.19.73, \quad 19 = 2.3^2 + 1, \quad 73 = 8.3^2 + 1.$$

» Soient $n = 5$, $A = 2^5$, $B = 1$; on a

$$2^{20} - 2^{15} + 2^{10} - 2^5 + 1 = 1016801,$$

nombre de la forme $H'n^2 + 1$.

» Soient $n = 3$, $A = 3^3$, $B = 2^3$; on a

$$3^6 + 3^3 . 2^3 + 2^6 = 1009,$$

nombre premier de la forme $H'n^2 + 1$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines substitutions linéaires.* Note de M. E. PICARD, présentée par M. Hermite.

« J'ai, en étudiant quelques groupes hyperfuchsiens, montré l'intérêt qui s'attache aux substitutions linéaires relatives aux deux variables $x$ et $y$, de la forme

$$(1) \qquad X = \frac{M_1 x + P_1 y + R_1}{M_3 x + P_3 y + R_3}, \quad Y = \frac{M_2 x + P_2 y + R_2}{M_3 x + P_3 y + R_3},$$

spécialement dans le cas où ces substitutions conservent l'hypersphère

$$x x_0 + y y_0 - 1 = 0.$$

» Dans une Note insérée au dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Poincaré a montré comment ces substitutions pouvaient être classées en substitutions elliptiques, hyperboliques ou paraboliques. En me plaçant à un point de vue un peu différent de celui de M. Poincaré, j'avais aussi été conduit à cette classification : c'est ce que je demande la permission d'indiquer rapidement.

» En supposant, comme il est permis, que le déterminant des coefficients (M, P, R) soit égal à l'unité, on a les relations suivantes :

$$(2) \quad \begin{cases} M_1 \mu_1 + M_2 \mu_2 - M_3 \mu_3 = P_1 \pi_1 + P_2 \pi_2 - P_3 \pi_3 = 1, \\ R_1 \rho_1 + R_2 \rho_2 - R_3 \rho_3 = -1, \\ P_1 \mu_1 + P_2 \mu_2 - P_3 \mu_3 = M_1 \rho_1 + M_2 \rho_2 - M_3 \rho_3 = P_1 \rho_1 + P_2 \rho_2 - P_3 \rho_3 = 0, \end{cases}$$

les lettres grecques désignant les conjuguées des grandes lettres correspondantes.

» Cherchons maintenant les points doubles de la substitution (1); ils seront déterminés par les équations

$$x = \frac{M_1 x + P_1 y + R_1}{M_3 x + P_3 y + R_3}, \quad y = \frac{M_2 x + P_2 y + R_2}{M_3 x + P_3 y + R_3},$$

ce qui peut s'écrire, en désignant par $k$ le dénominateur,

$$(M_1 - k)x + P_1 y + R_1 = 0,$$
$$M_2 x + (P_2 - k)y + R_2 = 0,$$
$$M_3 x + P_3 y + R_3 - k = 0;$$

d'où une équation du troisième degré en $k$. Or, en tenant compte des relations (2), cette équation peut s'écrire

$$(\alpha) \qquad k^3 + Bk^2 - B_0 k - 1 = 0,$$

où l'on pose $B = -(M_1 + P_2 + R_3)$, et $B_0$ étant la conjuguée de B.

» Bornons-nous au cas général où l'équation ($\alpha$) aura ses racines distinctes. Deux circonstances peuvent seulement se présenter :

» 1° Les trois racines de l'équation ($\alpha$) ont un module égal à l'unité : c'est le cas de la substitution *elliptique*. Une discussion bien simple montre que, parmi les trois points doubles, il y en a *un* seulement à l'intérieur de l'hypersphère, les deux autres étant à l'extérieur.

» 2° Les trois racines de l'équation ($\alpha$) ont la forme

$$k_1 = re^{i\alpha}, \quad k_2 = \frac{1}{r}e^{i\alpha}, \quad k_3 = e^{i\beta},$$

le module $r$ étant différent de l'unité; c'est le cas de la substitution *hyperbolique*. Aux racines $k_1$ et $k_2$ correspondent des points doubles situés sur l'hypersphère : c'est ce que l'on voit, en remarquant que l'on a

$$XX_0 + YY_0 - 1 = \frac{1}{\text{norme}(M_3 x + P_3 y + R_3)}(xx_0 + yy_0 - 1).$$

Puisque $X = x$ et $Y = y$, on en conclut $xx_0 + yy_0 - 1 = 0$; car

$$\text{norme}(M_3 x + P_3 y + R_3),$$

qui est égal à $kk_0$, est différent de l'unité.

» Quant au troisième point double, correspondant à la racine $k_3$, il est situé *en dehors* de l'hypersphère. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation du degré m qui n'a jamais plus de deux racines réelles*. Note de M. D. André, présentée par M. Hermite.

« L'équation que je considère est l'équation algébrique

$$u_0 x^m - u_1 x^{m-1} + u_2 x^{m-2} - u_3 x^{m-3} + \ldots = 0,$$

dont le premier membre est un polynôme entier en $x$, du degré $m$, com-

posé de $m+1$ termes, ne présentant que des variations, et dans lequel les valeurs absolues $u_0, u_1, u_2, u_3, \ldots$ des coefficients sont les termes d'une série récurrente proprement dite, définie par l'égalité

$$u_n = \alpha u_{n-1} + \beta u_{n-2}.$$

» Tous les coefficients de cette équation sont évidemment déterminés dès que l'on donne les valeurs absolues $u_0$, $u_1$ des deux premiers, ainsi que les valeurs des paramètres constants $\alpha$ et $\beta$. Dans toute cette Note, $u_0$ et $u_1$ seront des nombres positifs quelconques, et il en sera de même de $\alpha$ et de $\beta$.

» L'équation considérée n'a évidemment aucune racine négative. Pour trouver une limite supérieure du nombre de ses racines positives, il suffit de lui appliquer l'un des théorèmes que j'ai fait récemment [1] connaître.

» D'après ce théorème, si l'on appelle $v$ le nombre des variations du premier membre de l'équation et $\theta$ le plus grand nombre de trinômes abaisseurs de la première espèce, distincts et compatibles, que présente ce premier membre, le nombre des racines positives est au plus égal à $v - 2\theta$, et, s'il est inférieur à cette différence, c'est d'un nombre pair.

» On connaît déjà $v$, qui est toujours égal à $m$, puisque le premier membre de l'équation considérée se compose de $m+1$ termes et ne présente que des variations. Il reste à calculer $\theta$.

» Or, le premier membre en question nous offre une suite ininterrompue de trinômes abaisseurs de la première espèce, car, les termes de la série $u_0, u_1, u_2, u_3, \ldots$ satisfaisant, comme il est facile de l'établir, à l'égalité

$$u_n^2 - u_{n-1}u_{n+1} = -\beta(u_{n-1}^2 - u_{n-2}u_n),$$

les valeurs successives du carré $u_n^2$ sont alternativement supérieures et inférieures à celles du produit $u_{n-1}u_{n+1}$. Ces trinômes abaisseurs sont d'ailleurs tous distincts. Ils sont aussi tous compatibles : en effet, on peut voir aisément que les valeurs successives de la fraction $\frac{u_{n+1}}{u_n}$ ne sont autre chose que des valeurs approchées, et de plus en plus approchées, alternativement par excès et par défaut, de l'expression $\frac{1}{2}(\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\beta})$, qui en est la limite; d'où il suit que cette expression est comprise, à la fois, dans tous ces trinômes abaisseurs.

» Cela étant, supposons, en premier lieu, que le degré $m$ de notre

---

[1] Dans la séance du 28 janvier 1884.

équation soit pair et égal à $2k$. Si la suite des trinômes abaisseurs commence avec le premier terme de l'équation, $\theta$ est égal à $k$; la limite supérieure $\nu - 2\theta$ est égale à zéro, et l'équation n'a aucune racine positive. Si la suite des trinômes abaisseurs commence seulement avec le second terme de l'équation, $\theta$ est égal à $k - 1$; la limite supérieure $\nu - 2\theta$ est égale à 2, et l'équation ou bien a deux racines positives, ou bien n'en a aucune.

» Supposons maintenant $m$ impair et égal à $2k+1$. Que la suite des trinômes abaisseurs commence alors avec le premier ou avec le second terme de l'équation; cette suite contient toujours $k$ trinômes; la limite $\nu - 2\theta$ est toujours égale à l'unité : l'équation a une racine positive, ni plus ni moins.

» Comme application de ce qui précède, on peut citer l'équation numérique

$$x^m - x^{m-1} + 2x^{m-2} - 3x^{m-3} + 5x^{m-4} - \ldots = 0,$$

où la valeur absolue de chaque coefficient est la somme des valeurs absolues des deux coefficients qui le précèdent, c'est-à-dire où les valeurs absolues des coefficients forment la série récurrente 1, 1, 2, 3, 5, 8, ..., qui a été imaginée par Cassini, et que l'on désigne d'ordinaire sous le nom de *série de Lamé*.

» Cette équation numérique correspond au cas particulier le plus simple, celui où les nombres $u_0$, $u_1$, $\alpha$ et $\beta$ sont tous égaux à l'unité. Si $m$ est impair, elle n'a qu'une racine réelle, qui est positive; si $m$ est pair, elle n'a que des racines imaginaires. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle du troisième ordre.* Note de M. E. GOURSAT, présentée par M. Hermite.

« Le problème de la transformation des séries hypergéométriques, tel qu'il a été posé par M. Kummer (*Journal de Crelle*, t. 15), conduit à la recherche des intégrales de l'équation différentielle du troisième ordre

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{z'''}{z'} - \frac{3}{2}\left(\frac{z''}{z'}\right)^2 + \frac{(1-\nu^2)z^2 + (\lambda^2+\nu^2-\mu^2-1)z + (1-\lambda^2)}{2z^2(z-1)^2}z'^2 \\ &\quad = \frac{(1-\nu'^2)t^2 + (\lambda'^2+\nu'^2-\mu'^2-1)t + (1-\lambda'^2)}{2t^2(t-1)^2}, \end{aligned}\right.$$

qui sont des fonctions algébriques de $t$. Un calcul facile montre que l'équation (1) est vérifiée par toute intégrale commune aux équations du premier

ordre

$$\frac{Az^2 + Bz + C}{z^2(z-1)^2} z'^2 = \frac{A't^2 + B't + C'}{t^2(t-1)^2}, \tag{2}$$

$$\frac{z'}{z^l(z-1)^m} = \frac{k}{t^{l'}(t-1)^{m'}}, \tag{3}$$

pourvu que l'on ait

$$\lambda^2 = (l-1)^2 - 4C, \quad \mu^2 = (m-1)^2 - 4(A+B+C), \quad \nu^2 = (l+m-1)^2 - 4A,$$
$$\lambda'^2 = (l'-1)^2 - 4C', \quad \mu'^2 = (m'-1)^2 - 4(A'+B'+C'), \quad \nu'^2 = (l'+m'-1)^2 - 4A'.$$

J'ai déterminé, dans ma Thèse, tous les cas ou les équations (2) et (3) admettent une intégrale commune, et calculé ces intégrales. On n'obtient pas ainsi toutes les intégrales algébriques de l'équation (1), mais la méthode que j'avais suivie est susceptible d'être généralisée et appliquée à l'étude des solutions *rationnelles* de l'équation de Kummer. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats que j'ai obtenus.

» Si un des éléments $\lambda$, $\mu$, $\nu$ doit rester arbitraire, il n'existe pas d'autre intégrale rationnelle que les intégrales déjà connues, qui résultent des équations (2) et (3). Pour qu'il en existe d'autres, il faudra que $\lambda$, $\mu$, $\nu$ soient les inverses de nombres entiers supérieurs à 1 : $\lambda = \frac{1}{m}$, $\mu = \frac{1}{n}$, $\nu = \frac{1}{p}$. Cette condition étant remplie, la question se ramène à un problème d'Algèbre, qui consiste à former une fonction rationnelle $\varphi(t)$ jouissant des propriétés suivantes :

» 1° Pour toute valeur de $a$, différente de 0, 1, $\infty$, l'équation

$$\varphi(t) = a$$

n'a que des racines simples;

» 2° Les racines des trois équations

$$\left\{\begin{aligned} \varphi(t) &= 0, \\ \varphi(t) &= 1, \\ \varphi(t) &= \infty, \end{aligned}\right. \tag{4}$$

qui ne sont ni 0, ni 1, ni $\infty$, sont racines multiples, d'ordre $m$ pour la première, d'ordre $n$ pour la deuxième, d'ordre $p$ pour la troisième. Inversement, toute fonction rationnelle jouissant de ces propriétés sera une intégrale de l'équation (1) pour des valeurs convenables de $\lambda'$, $\mu'$, $\nu'$, qui seront réelles et commensurables. Il est visible qu'à chaque fonction $\varphi(t)$ corres-

pond une identité d'une forme simple, telle que

$$(5)\quad \begin{cases} t^r(t-1)^s P^m + Q^n + R^p = 0, \\ t^r P^m + (t-1)^s Q^n + R^p = 0, \end{cases}$$

P, Q, R étant des polynômes en $t$; et à chaque identité de cette forme correspond aussi une intégrale, sous certaines restrictions relatives au degré des polynômes qui y figurent. Il est aisé d'obtenir un grand nombre de pareilles identités, soit en partant des transformations déjà connues, soit par la méthode des coefficients indéterminés. Voici comment on pourra les grouper. Soit $\rho$ le plus petit des degrés des polynômes P, Q, R; il est commode, pour le calcul, de ranger dans une même catégorie toutes les identités pour lesquelles $\rho$ a la même valeur. Les intégrales d'une même catégorie peuvent être regardées comme les intégrales communes à deux équations différentielles du premier ordre, analogues aux équations (2) et (3). Ces équations sont très utiles pour donner une limite supérieure des nombres $r$ et $s$ et des degrés des polynômes P, Q, R.

» J'ai calculé toutes les identités pour lesquelles le nombre $\rho$ est égal à l'unité; ces identités sont très nombreuses. La plupart se rapportent aux cas d'intégration algébrique de l'équation hypergéométrique. D'autres correspondent aux cas étudiés par M. Halphen (*Comptes rendus*, 4 avril 1881), où la variable est une fonction uniforme du rapport des intégrales, et par là se rattachent à la théorie des fonctions fuchsiennes; je citerai les suivantes, qui sont précisément dans ce cas :

$$(6)\quad (5u^3 + 15u^2 + 10u + 2)^2 - 4(2u+1)^5 = u^4(25u^2 + 22u + 5),$$

où

$$u = \frac{4\sqrt{-1}}{25}t - \frac{11 + 2\sqrt{-1}}{25};$$

$$(7)\quad \begin{cases} 16(3u^3 + 10u^2 + 8u + 4)^3 - (63u^4 + 140u^3 + 168u^2 + 96u + 32)^2 \\ \quad = 9u^7(48u^2 + 39u + 24), \end{cases}$$

où

$$u = \frac{7\sqrt{7}\sqrt{-1}}{16}t - \frac{13 + 7\sqrt{7}\sqrt{-1}}{32};$$

$$(8)\quad \begin{cases} (t^6 + 126t^5 - 1041t^4 + 1764t^3 - 1041t^2 + 126t + 1)^2 \\ \quad - 432t(1-t)^2(1+t)^8 \\ \quad = (t^4 - 60t^3 + 134t^2 - 60t + 1)^3. \end{cases}$$

» On a respectivement pour valeurs de $\lambda$, $\mu$, $\nu$, $\lambda'$, $\mu'$, $\nu'$ dans ces trois

exemples

$$\lambda = \tfrac{1}{2},\quad \mu = \tfrac{1}{5},\quad \nu = \tfrac{1}{3},\quad \lambda' = \mu' = \tfrac{1}{4},\qquad \nu' = \tfrac{1}{5};$$
$$\lambda = \tfrac{1}{2},\quad \mu = \tfrac{1}{3},\quad \nu = \tfrac{1}{7},\quad \lambda' = \mu' = \tfrac{1}{7},\qquad \nu' = \tfrac{1}{2};$$
$$\lambda = \tfrac{1}{2},\quad \mu = \tfrac{1}{3},\quad \nu = \tfrac{1}{8},\quad \lambda' = \tfrac{1}{8},\quad \mu' = \tfrac{1}{4},\quad \nu' = \tfrac{1}{8}.$$

» La catégorie précédente comprend, comme cas particuliers, les transformations trouvées par M. Brioschi pour l'équation de l'icosaèdre (*Annali di Matematica*, t. X, 2e série, p. 127).

» Je ferai encore la remarque suivante. Dans les identités (5), on peut supposer que l'un des nombres $m$, $n$, $\rho$ soit nul; alors l'élément correspondant n'est assujetti à aucune condition : c'est précisément le cas que j'ai étudié dans ma Thèse. Il peut aussi arriver que l'un des deux nombres $r$, $s$, ou même tous les deux soient nuls; mais il est à remarquer que cette circonstance ne pourra se présenter que dans les cas d'intégration algébrique, et elle se présente en effet. Si l'on a à la fois $r = s = 0$, on retrouve les identités signalées par M. Halphen au début de la Communication déjà citée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une courbe élastique*. Note de M. **Halphen**, présentée par M. Maurice Lévy.

« M. Maurice Lévy a montré [1] qu'une verge élastique, de forme circulaire, soumise à une pression toujours normale et uniforme dans toute sa longueur, se place en équilibre suivant une courbe *dont la courbure en chaque point est une fonction linéaire du carré de la distance de ce point à un centre fixe*. Il en a conclu que les questions concernant l'équilibre de la verge se ramènent à des problèmes sur les fonctions elliptiques. Effectivement, l'arc $s$, le rayon vecteur $r$ et l'angle polaire $\theta$ de la courbe d'équilibre sont liés ainsi :

$$(1)\qquad ds = \frac{r\,dr}{\sqrt{r^2 - (Ar^4 + Br^2 + C)^2}},\quad d\theta = \frac{dr}{r}\,\frac{Ar^4 + Br^2 + C}{\sqrt{r^2 - (Ax^4 + Br^2 + C)^2}}.$$

» Les constantes B, C ne sont pas données; elles dépendent des conditions du problème, mais la constante A est donnée; son expression est $\frac{p}{8EI}$,

(1) *Sur un nouveau cas intégrable du problème de l'élastique et l'une de ses applications* (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 694; et *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 3e série, t. X, p. 5).

$p$ étant la pression, E le coefficient d'élasticité et I le moment d'inertie de la section droite par rapport à un axe, mené au centre de gravité de la section, perpendiculairement au plan de la courbe.

» Avec les notations des fonctions elliptiques adoptées par M. Weierstrass, l'inversion des formules (1) se fait comme il suit. La lettre $u$ désigne une variable), $v$ et $\alpha$ des constantes. Ces quantités sont réelles ainsi que les invariants $g_2$, $g_3$,

$$(2)\quad \begin{cases} s = \alpha p'(v)u, \quad r^2 = \alpha^2\left[p(v) - p\left(\frac{v}{2} - iu\right)\right]\left[p(v) + p\left(\frac{v}{2} + iu\right)\right], \\ \theta = 2\frac{\sigma'(v)}{\sigma(v)}u + \frac{1}{2i}\log\frac{\sigma\left(\frac{v}{2} - iu\right)\sigma\left(\frac{3v}{2} - iu\right)}{\sigma\left(\frac{v}{2} + iu\right)\sigma\left(\frac{3v}{2} + iu\right)}. \end{cases}$$

» Voici les expressions des constantes primitives : $\psi_3(v)$ désigne la fonction relative à la multiplication par 3, savoir $\psi_3(v) = \frac{\sigma(3v)}{\sigma(v)^9}$.

$$A = \frac{1}{2\alpha^3 p'(v)^2}, \quad B = -\frac{p''(v)}{2\alpha p'(v)^2}, \quad C = -\frac{\alpha\psi_3(v)}{p'(v)^2}.$$

» Pour le cas où la figure primitive de la verge est un anneau, M. Maurice Lévy a précisé le problème ainsi : *La courbe doit être fermée et avoir un périmètre donné*. Il l'a résolu par l'emploi direct des formules (1). J'ai traité le même problème au moyen des formules inverses (2), et je vais brièvement indiquer les résultats.

» Les équations (2) représentent des courbes très variées, qui peuvent avoir des points doubles ou être formées de plusieurs parties distinctes. Ces cas doivent être écartés ici : pour ce but, il faut supposer le discriminant $g_2^3 - 27g_3^2$ négatif, c'est-à-dire les périodes $2K'$ et $K + iK'$, K et K' étant réels et positifs. En outre, l'argument $v$, qui, en général, peut sans restriction être choisi entre K' et 2K', doit être moindre que $\frac{4}{3}K'$. En posant

$$q = e^{-\pi\frac{K'}{K}}, \quad h = e^{-\frac{\pi(v-K')}{K}},$$

on exprime la condition de fermeture en fonction d'un nombre positif et entier $n$ par l'égalité

$$(3)\quad \frac{1}{n} = \frac{1-h}{1+h} - 2\left[\frac{q}{1+q}\left(\frac{1}{h} - h\right) + \frac{q^2}{1-q^2}\left(\frac{1}{h^2} - h^2\right) + \frac{q^3}{1+q^3}\left(\frac{1}{h^3} - h^3\right) + \cdots\right].$$

» Comme $h$ et $q$ sont positifs et moindres que l'unité, le second membre est moindre que l'unité. Donc, *s'il y a déformation, le nombre n est, au moins,*

*égal à* 2, comme l'a trouvé M. Maurice Lévy. Le périmètre S est donné ainsi :

$$(4)\begin{cases} A\left(\frac{S}{n\pi}\right)^3 = 4h\frac{1-h}{(1+h)^3} \\ \qquad + 4\left[\frac{q}{1+q}\left(\frac{1}{h}-h\right)+\frac{4q^2}{1-q^2}\left(\frac{1}{h^2}-h^2\right)+\frac{9q^3}{1+q^3}\left(\frac{1}{h^3}-h^3\right)+\cdots\right]. \end{cases}$$

» De là se déduit aisément un minimum pour $AS^3$. Soit $\frac{1}{n'}=\frac{1-h}{1+h}$, on a

$$A\left(\frac{S}{\pi}\right)^3 > n^3\frac{n'^2-1}{n'^3}+2n^3\left(\frac{1}{n'}-\frac{1}{n}\right).$$

» Or, le second membre décroît constamment pour $n'$ croissant à partir de l'unité. Comme $n'$ est compris entre 1 et $n$, la plus petite valeur qu'on puisse supposer au second membre correspond à l'hypothèse $n'=n$. Donc

$$A\left(\frac{S}{\pi}\right)^3 > n^2-1.$$

» La supposition $n=2$ donne le nombre 3 pour le minimum absolu. D'après l'expression de A, donnée plus haut, si l'on fait $S=2\pi R$, on a

$$\frac{pR^3}{EI} > 3.$$

» Donc *toute déformation est impossible si l'on a pris* $\frac{pR^3}{EI}<3$. C'est le résultat que M. Maurice Lévy a annoncé comme *probable*.

» La limite $(n^2-1)$ ne peut être atteinte que si $q$ est nul : les fonctions elliptiques disparaissent et la déformation est nulle. C'est ce qui se vérifie dans les formules ci-après, où l'on trouvera, sous forme explicitement réelle, les éléments de la courbe. La variable $u$ a été remplacée par $\frac{Kx}{\pi}$, et $x$ est compris entre zéro et $\pi$. La courbe a pour axes de symétrie les rayons aboutissant aux sommets d'un polygone régulier de $2n$ côtés; les formules donnent la portion de courbe répondant aux angles polaires de zéro à $\frac{\pi}{n}$, ce qui suffit à cause de la symétrie.

$$(5)\qquad s=\frac{S}{2n\pi}x.$$

$$(6)\ \theta=\begin{cases} \frac{x}{n}+x-\text{arc tang}\left(\frac{1-\sqrt{h^3q}}{1+\sqrt{h^3q}}\tang\frac{x}{2}\right)-\text{arc tang}\left(\frac{1+\sqrt{hq}}{1-\sqrt{hq}}\tang\frac{x}{2}\right) \\ +\sum_{m=1}^{m=\infty}\frac{1}{m}\frac{1-(h^3q)^m}{1+(-1)^{m+1}q^m}\left(\frac{q}{h^3}\right)^m\sin mx-\sum_{m=1}^{m=\infty}\frac{(-1)^{m+1}}{m}\frac{1-(hq)^m}{1+(-1)^{m+1}q^m}\left(\frac{q}{h}\right)^m\sin mx. \end{cases}$$

» Parmi les divers modes de développement que fournit la théorie des fonctions elliptiques, j'ai choisi ce dernier parce qu'il met en évidence la condition nécessaire, dont j'ai parlé plus haut, $v < \frac{4}{3}K'$. En effet, cette condition équivaut à $q < h^3$; elle est exigée pour la convergence du développement (6).

» L'expression du rayon vecteur se compose avec deux séries

$$r = \frac{2}{A}\left(\frac{n\pi}{S}\right)^2 \sqrt{M^2 + N^2},$$

$$M = \begin{cases} \dfrac{h}{(1+h)^2} - \displaystyle\sum_{m=1}^{m=\infty} \frac{mq^m}{1+(-1)^{m+1}q^m}\left(\frac{1}{h^m} + h^m\right) \\ + \sqrt{qh}\dfrac{(1+qh)\cos x - 2\sqrt{qh}}{(1+qh-2\sqrt{qh}\cos x)^2} - \displaystyle\sum_{m=1}^{m=\infty}(-1)^{m+1} m \frac{1+(qh)^m}{1+(-1)^{m+1}q^m}\left(\frac{q}{h}\right)^{\frac{m}{2}}\cos mx, \end{cases}$$

$$N = \sqrt{qh}\frac{(1-qh)\sin x}{(1+qh-2\sqrt{qh}\cos x)^2} + \sum_{m=1}^{m=\infty}(-1)^{m+1} m \frac{1-(qh)^m}{1+(-1)^{m+1}q^m}\left(\frac{q}{h}\right)^{\frac{m}{2}}\sin mx.$$

» Cette dernière formule donne, avec (5) et (6), les éléments de la courbe en fonction du paramètre $x$ variable et des constantes positives $q$, $h$, astreintes aux conditions $h < 1$, $q < h^3$, liées, en outre, par les égalités (3) et (4) aux données, qui sont $AS^3$ et le nombre entier $n$. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la détente adiabatique de la vapeur d'eau.* Note de M. **Paul Charpentier**, présentée par M. Debray.

« Nous avons précédemment établi (¹) que le poids $\psi$ de vapeur persistant à la fin de la détente *adiabatique* d'un poids $v\gamma_t$ de vapeur d'eau, sèche et saturée, était donné par la relation

$$(1) \qquad \psi = \frac{Apu_{t_1}}{Apu_t} v\gamma_t,$$

et qu'en outre on pouvait écrire en attribuant toujours une valeur constante au coefficient de dilatation $\alpha$

$$(2) \qquad \psi = \frac{v\gamma_t(J_t - q_{t_1}) - \dfrac{Apv}{\mu - 1}\left(1 - \dfrac{p_1}{p}^{\frac{\mu-1}{\mu}}\right)}{J_{t_1} - q_{t_1}}.$$

(¹) *Comptes rendus*, séance du 14 janvier 1884.

On tire de là

(3) $$AT = \rho\gamma_t\left[J_t - \left(1 - \frac{Apu_{t_1}}{Apu_t}\right) q_{t_1} - \frac{Apu_{t_1}}{Apu_t} J_{t_1}\right].$$

» Si nous posons

(4) $$\psi' = \frac{\psi}{\rho\gamma_t},$$

le rapport de détente $\varepsilon$ sera

(5) $$\varepsilon = \frac{\psi' u_{t_1} + \sigma}{u_t + \sigma},$$

$\sigma$ étant le volume de l'unité de poids du liquide, qui pour l'eau peut être regardé comme sensiblement constant et égal à $0^{mc},001$. Enfin, de l'équation $p\rho^{\mu} = p_1 \rho_1^{\mu}$, nous tirerons

(6) $$\mu = \frac{\log \dfrac{p}{p_1}}{\log \dfrac{\psi' u_{t_1} + \sigma}{u_t + \sigma}}.$$

» Les diverses pressions initiales qu'il peut être utile de considérer en pratique varient de $p = 10^{atm}$ à $p = 0^{atm},1$ ; et les pressions finales $p_1$ peuvent être prises égales à $p_1 = 0^{atm},1$ ou à $p_1 = 1^{atm},1$, suivant que la machine est ou non à condensation.

» Dans ces conditions, le calcul donne le Tableau suivant, pour les valeurs de $\psi'$, $\varepsilon$ et $\mu$ correspondantes à la détente *adiabatique* de $1^{kg}$ de vapeur d'eau sèche et saturée, entre les pressions $p$ et $p_1$ :

| Pressions initiales. | Pressions finales | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $p_1 = 0^{atm},1$ | | | $p_1 = 1^{atm},1$ | | |
| $p$. (atm) | $\psi'$. (kg) | $\varepsilon$. | $\mu$. | $\psi'$. (kg) | $\varepsilon$. | $\mu$. |
| 10...... | 0,77094 | 59,140 | 1,12874 | 0,87870 | 6,98374 | 1,13569 |
| 9...... | 0,77556 | » | » | 0,88396 | » | » |
| 8...... | 0,78080 | 48,578 | 1,12846 | 0,88994 | 5,749 | 1,13442 |
| 7...... | 0,78686 | » | » | 0,89685 | » | » |
| 6...... | 0,79374 | 37,698 | 1,12804 | 0,90494 | 4,463 | 1,13412 |
| 5...... | 0,80250 | » | » | 0,91467 | » | » |
| 4...... | 0,81313 | 26,389 | 1,12708 | 0,92679 | 3,123 | 1,13365 |
| 3...... | 0,82713 | » | » | 0,94274 | » | » |
| 2...... | 0,84718 | 14,339 | 1,12498 | 0,96562 | 1,697 | 1,13044 |
| 1,1.... | 0,87736 | » | » | 1,00000 | 1,000 | 1,00000 |
| 0,5.... | 0,91788 | » | » | » | » | » |
| 0,2.... | 0,96464 | 1,861 | 1,11596 | » | » | » |
| 0,1.... | 1,00000 | 1,000 | 1,00000 | » | » | » |

» Ce Tableau nous montre que la valeur de l'exposant $\mu$ n'est pas constante, et que sa limite minimum est égale à l'unité. Au point de vue théorique, on ne saurait donc prendre pour $\mu$ une valeur moyenne. Quant au point de vue pratique, nous savons que des phénomènes d'échange de chaleur particuliers, échappant au calcul et s'opposant à ce que la détente soit adiabatique, priment complètement l'importance que cette valeur de $\mu$ peut avoir dans l'établissement des formules.

» Dans la détente *adiabatique* de la vapeur d'eau sèche et saturée, le travail externe total produit T peut se décomposer en deux parts : l'une $\Theta^d$ correspondante à la chaleur disparue $A\Theta^d$ par suite de la détente du poids de vapeur $v\gamma_t$; l'autre $\Theta^c$ correspondante à la chaleur latente $A\Theta^c$ abandonnée par le poids de vapeur $v\gamma_t - \psi$, condensé pendant la durée du phénomène.

» On a évidemment

$$A\Theta^d = (J_t - J_{t_1})v\gamma_t \tag{7}$$

et

$$A\Theta^c = (v\gamma_t - \psi)(J_{t_1} - q_{t_1}). \tag{8}$$

Les valeurs numériques que nous venons d'établir nous permettent maintenant de tracer le Tableau suivant, dans lequel les valeurs $AT'$, $A\Theta^{d'}$, $A\Theta^{c'}$ seront afférentes à la détente adiabatique de $1^{kg}$ de vapeur d'eau sèche et saturée :

| Pressions initiales $p$. | Pressions finales | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $p_1 = 0^{atm},1$ | | | $p_1 = 1^{atm},1$ | | |
| | $A\Theta^{d'}$. | $A\Theta^{c'}$. | $AT'$. | $A\Theta^{d'}$. | $A\Theta^{c'}$. | $AT'$. |
| atm | cal | cal | cal | cal | cal | cal |
| 10......... | 30,364 | 123,429 | 153,793 | 18,098 | 59,944 | 78,042 |
| 9......... | 29,253 | 120,939 | 150,192 | 16,987 | 57,345 | 74,332 |
| 8......... | 28,047 | 118,116 | 146,163 | 15,781 | 54,389 | 70,170 |
| 7......... | 26,729 | 114,850 | 141,579 | 14,463 | 50,975 | 65,438 |
| 6......... | 25,265 | 111,143 | 136,408 | 12,999 | 46,977 | 59,976 |
| 5......... | 23,605 | 106,422 | 130,027 | 11,339 | 42,168 | 53,507 |
| 4......... | 21,676 | 100,695 | 122,371 | 9,410 | 36,179 | 45,589 |
| 3......... | 19,336 | 93,151 | 112,487 | 7,070 | 28,297 | 35,367 |
| 2......... | 16,292 | 82,342 | 98,634 | 4,026 | 16,990 | 21,016 |
| 1,1....... | 12,266 | 66,085 | 78,351 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,5....... | 7,654 | 44,250 | 51,904 | » | » | » |
| 0,2....... | 3,043 | 19,054 | 22,097 | » | » | » |
| 0,1....... | 0,000 | 0,000 | 0,000 | » | » | » |

» Ce Tableau numérique fait voir clairement l'importance de la quantité $A\Theta^e$ qui serait la chaleur réellement récupérée sur la grande perte $\rho$ si la détente était rigoureusement *adiabatique*.

» Dans nos machines actuelles, cette quantité de chaleur $A\Theta^e$ ne peut être transformée, même partiellement, en travail utile externe, car elle est communiquée aux parois qu'elle réchauffe; elle sert ainsi uniquement à combattre en partie l'influence si néfaste du refroidissement, qui est la conséquence de la communication du cylindre avec le condenseur pendant la période d'échappement.

» Nous devons donc en tirer cette première conclusion, que tous les efforts des praticiens devraient tendre à obtenir, dans les cylindres, des détentes aussi complètement *adiabatiques* que possible.

» C'est le seul moyen, dans l'état actuel de la Science, de récupérer une faible partie de l'énorme perte de chaleur $\rho$, en attendant que nous ayons pu trouver un nouveau mode d'emploi de la vapeur d'eau. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur le fluorhydrate de fluorure de potassium et sur ses états d'équilibre dans les dissolutions.* Note de M. **Guntz**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai montré précédemment que la chaleur de formation du fluorhydrate de fluorure de potassium, à partir du fluorure de potassium solide et de l'acide fluorhydrique gazeux, est considérable et qu'on a

$$\text{KF solide} + \text{HF gaz} = \text{KF HF solide} \ldots\ldots\ldots \quad +21^{\text{Cal}},04$$

Au contraire, en dissolution, vers 10°, on a

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| KF dissous ($1^{\text{éq}} = 1^{\text{kg}}$) | + HF dissous ($1^{\text{éq}} = 1^{\text{kg}}$) | = KF, HF dissous... | | $-0^{\text{Cal}},35$ |
| » ($1^{\text{éq}} = 2^{\text{kg}}$) | » ($1^{\text{éq}} = 2^{\text{kg}}$) | » | ... | $-0,33$ |
| » ($1^{\text{éq}} = 4^{\text{kg}}$) | » ($1^{\text{éq}} = 4^{\text{kg}}$) | » | ... | $-0,33$ |

» Ce nombre négatif résulte de la compensation qui s'établit entre les chaleurs de dissolution des composants et celles des composés : la réaction n'ayant un caractère complet que lorsqu'elle est calculée en dehors de l'intervention d'un corps étranger, tel qu'un dissolvant.

» A cet effet, j'ai fait réagir les solutions de fluorure de potassium sur les solutions d'acide fluorhydrique, en variant les proportions relatives des composants, fluorures, acide fluorhydrique et eau, suivant la méthode déjà employée par M. Berthelot (*Mécanique chimique*, t. II, p. 319) pour éta-

blir la constitution du bisulfate de potasse dissous et pour en déduire le calcul du partage de la potasse entre l'acide sulfurique et les autres acides.

» Les solutions dont j'ai fait usage étaient titrées, de façon à renfermer un demi-équivalent de la substance dans $2^{kg}$ de solution. J'ai évité soigneusement, dans ces expériences, l'emploi du verre, qui est attaqué par les solutions des fluorures; l'une des solutions était pesée directement dans le calorimètre, l'autre dans une bouteille de gutta. Les deux thermomètres étaient protégés par une gaine de platine remplie de mercure.

» Faisons varier d'abord la proportion d'eau dissolvant le fluorhydrate. Diluons pour cela une solution concentrée de ce sel. Je suis parti d'une solution contenant $2^{éq}$ par litre, c'est-à-dire $156^{gr}$ par litre, ce qui fait une solution à peu près saturée; j'ai déterminé les chaleurs spécifiques des solutions contenant

$1^{éq}$ par litre................ $c = 0,949$
$\frac{1}{2}$ éq. » ................. $c' = 0,976$

» On trouve [1] que

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $1^{éq}$ de KFHF | ($2^{éq}$ par litre), amené à | $1^{éq} = 1^{lit}$, dégage... | | $-0,225$ |
| » | ($1^{éq} = 1^{lit}$) » | $1^{éq} = 2^{lit}$ | » ... | $-0,080$ |
| » | ($1^{éq} = 2^{lit}$) » | $1^{éq} = 4^{lit}$ | » ... | $\pm 0$ |

» Ces nombres montrent que la dilution fait varier la proportion du fluorhydrate de fluorure réel dans sa dissolution.

» Si l'on admet que la production de ce composé dissous réponde à une absorption de chaleur, on voit que la dose existant réellement diminue avec la dilution, comme on devait s'y attendre.

» Soit maintenant le fluorure de potassium dissous ($1^{éq} = 2^{kg}$); ajoutons à la liqueur des équivalents successifs d'acide fluorhydrique, nous obtiendrons les résultats suivants :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| KF($1^{éq} = 2^{kg}$), | agissant sur | HF($1^{éq} = 2^{kg}$), | absorbe, vers 10°.......... | $-0,33$ |
| KF | » | $\frac{5}{2}$ HF | » .......... | $-0,51$ |
| KF | » | 5 HF | » .......... | $-0,78$ |

» La chaleur mise en jeu varie avec les proportions relatives d'acide et

---

(1) J'ai trouvé encore, pour la dilution du fluorure neutre,

KF($2^{éq} = 1^{lit}$) + eau = KF($1^{éq} = 1^{lit}$)............ $-0,116$
KF($1^{éq} = 1^{lit}$) » ($1^{éq} = 2^{lit}$)............ $-0,060$

Au delà, les effets de la dilution deviennent insensibles.

de fluorure, et l'absorption de chaleur croît avec la proportion d'acide, ce qui indique un accroissement de la dose de fluorhydrate de fluorure. On peut admettre que le nombre — 0,78, obtenu en présence d'un grand excès d'acide, correspond à une transformation aussi avancée que possible, eu égard à la proportion d'eau présente, du fluorure neutre en fluorhydrate réel dans la solution et chercher le rapport entre la quantité actuellement transformée dans une liqueur quelconque et la proportion maximum [1]. Ce rapport serait celui de $\frac{2}{5}$, par exemple, dans la liqueur qui renferme équivalents égaux de sel neutre et d'acide.

» Examinons maintenant l'influence de l'autre composant.

» A la solution d'acide fluorhydrique ajoutons des équivalents successifs de fluorure neutre; nous obtenons les nombres suivants :

| | | | |
|---|---|---|---|
| HF ($1^{éq} = 2^{kg}$), agissant sur | KF ($1^{éq} = 2^{kg}$), dégage, vers 10° | .......... | — 0,33 |
| HF » | $\frac{5}{2}$KF » | .......... | — 0,36 |
| HF » | 5KF » | .......... | — 0,54 |

» On voit qu'il se produit encore de nouvelles absorptions de chaleur, croissant aussi avec la proportion du sel neutre. C'est ce qui doit être, la présence d'un excès de sel neutre tendant à accroître la proportion de l'acide combiné et la production du sel acide; de même que la présence d'un excès d'acide, mais suivant une progression un peu plus faible que dans la série précédente. En effet, le rapport n'atteindrait pas tout à fait le double en présence de $5^{éq}$ de fluorure neutre. La présence d'un excès de l'un ou de l'autre des composants modifie l'équilibre et augmente la proportion combinée; précisément comme l'ont établi, il y a vingt ans, MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles pour les équilibres qui président à la formation des éthers; l'influence de l'acide est supérieure, dans les deux cas, à celle de l'autre composant, sel neutre ou alcool.

» En résumé, dans une liqueur renfermant équivalents égaux de fluorure de potassium et d'acide fluorhydrique, au degré de dilution envisagé, la dissociation est deux fois aussi avancée que dans un mélange de même concentration renfermant un grand excès de sel neutre, deux fois et demie aussi avancée qu'en présence d'un grand excès d'acide. Ces résultats sont analogues à ceux que M. Berthelot avait obtenus pour l'état du bisulfate de potasse dissous. Ils peuvent servir de même à évaluer les

---

(1) Celle-ci ne répond pas à une combinaison intégrale, l'eau ayant toujours pour effet de dissocier une fraction du sel.

partages de la potasse entre l'acide fluorhydrique et un autre acide mis en présence dans la dissolution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés nitrés de l'hydrure d'éthylène.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Berthelot.

« 1. J'ai décrit (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 258) un premier dérivé de réduction de la combinaison potassique du bromure d'éthylène tétranitré $C^4Br^2(AzO^4)^4, 2KO$. Ce dérivé, obtenu par l'action du sulfhydrate d'ammoniaque sur ce dernier, a pour formule $C^4K^2(AzO^4)^4$. Il diffère de ce dernier en ce qu'il ne contient plus de brome et que le potassium formé par la réduction de la potasse en est venu prendre la place.

» J'ai essayé de poursuivre l'action réductrice de l'acide sulfhydrique : j'ai obtenu une base contenant du potassium et du soufre, et qui forme avec le chlorure de platine un très beau chloroplatinate; mais je ne l'ai pas encore obtenu en assez grande quantité pour pouvoir l'analyser.

» 2. J'ai aussi étudié l'action de l'acide sulfureux sur la combinaison potassique du bromure d'éthylène tétranitré. L'acide sulfureux ne peut être employé à l'état libre, car il donne une réduction complète avec production d'ammoniaque, d'acide bromhydrique et d'acide cyanhydrique. J'ai employé du sulfite de potasse additionné de carbonate de potasse. Il suffit de pulvériser le composé dans un mortier avec une solution de ces deux sels. Il change immédiatement d'aspect et prend une couleur jaune-soufre, en même temps qu'il se dégage de l'acide carbonique. Le produit jeté sur un filtre, essoré et redissous dans l'eau bouillante, cristallise par refroidissement en beaux cristaux, souvent groupés autour d'un axe, légèrement colorés en jaune-soufre et présentant des reflets blancs brillants.

» Ce corps n'est autre chose que la combinaison du composé $C^4K^2(AzO^4)^4$ avec le sulfate de potasse. Il a pour formule

$$2C^4K^2(AzO^4)^4 + 3KOSO^3,$$

ainsi que le montrent les résultats suivants de l'analyse :

| | Trouvé. | Calculé. |
|---|---|---|
| Az | 14,09 | 13,44 |
| K | 32,50 | 32,77 |
| $SO^3$ | 14,73 | 14,41 |

» J'ai du reste obtenu la même combinaison en unissant directement le sulfate de potasse au composé $C^4K^2(AzO^4)^4$, obtenu par le sulfhydrate

d'ammoniaque. J'ai ainsi obtenu des cristaux identiques (potassium trouvé : 32,91 pour 100). Ce composé détone vers 210°, à peu près à la même température que le corps $C^4K^2(AzO^4)^4$.

» En traitant par le chlorure de baryum, en solution chaude et concentrée, le composé $2C^4K^2(AzO^4)^4 + 3KOSO^3$, on obtient le corps $C^4K^2(AzO^4)^4$, qui cristallise par refroidissement en beaux cristaux brillants d'une couleur jaune clair (potassium trouvé : 27,13 pour 100; calculé, 27,27). C'est là un procédé de préparation facile de ce corps [1].

» Dans l'action du sulfate de potasse, il se forme d'après l'équation

$$C^4Br^2(AzO^4)^4 2KO + 4SO^2KO + 2HO$$
$$= C^4K^2(AzO^4)^4 + 4SO^3KO + 2HBr.$$

» C'est à cause de la production de l'acide brombydrique qu'il est nécessaire d'ajouter du carbonate au sulfite de potasse, sinon la liqueur deviendrait acide et la réduction totale.

» 3. La formation du corps $C^4K^2(AzO^4)^4$ par l'action de l'acide sulfureux donne lieu à une remarque intéressante. La réaction se produit en donnant le rendement théorique, et un équivalent du composé

$$C^4Br^2(AzO^4)^4 2KO$$

exige, pour se transformer en $C^4K^2(AzO^4)^4$, $4^{éq}$ d'acide sulfureux. Je me suis assuré de ce fait en faisant agir sur le composé $C^4Br^2(AzO^4)^4 2KO$ une solution étendue de sulfite et de bicarbonate de potasse, saturée d'acide carbonique, et en y dosant l'acide sulfureux par la teinture d'iode avant et après; j'ai vérifié, d'autre part, que la teinture d'iode employée était, *dans les conditions de l'analyse,* sans action sur le corps formé par réduction. J'ai obtenu en effet les mêmes résultats en ajoutant un poids quelconque de celui-ci :

» Avec une solution d'iode contenant, pour $1^{cc}$, $0^{gr},02099$ d'iode, $10^{cc}$ de la solution de sulfite de potasse exigeaient $34^{cc},1$; $10^{cc}$ de la solution $+ 0^{gr},1$ de $C^4Br^2(AzO^4)^4, 2KO$ en solution, $28^{cc},7$.

» La réduction avait donc absorbé l'acide sulfureux correspondant à un poids d'iode égal à $5,4 \times 0^{gr},02099 = 0^{gr},113$ (calculé pour $4^{éq}$ de sulfite, $0^{gr},110$).

---

[1] Les cristaux que j'avais décrits précédemment comme étant d'une couleur brune étaient souillés par une matière étrangère instable.

» J'insiste sur ce fait, car il montre avec quelle facilité le potassium vient prendre la place du brome dans la réaction précédente.

» La transformation inverse se fait avec la même facilité, car le brome réagit sur le composé $C^4K^2(AzO^4)^4$ additionné de potasse, en donnant naissance au corps primitif, d'après l'équation

$$C^4K^2(AzO^4)^4 + 4Br + 2HO = C^4Br^2(AzO^4)^4 2KO + 2HBr.$$

» Il en est de même du chlore et de l'iode, ce qui donne le moyen de préparer le chlorure et l'iodure d'éthylène tétranitré. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le nombre probable des rosanilines homologues et des rosanilines isomères.* Note de MM. A. **Rosenstiehl** et M. **Gerber**, présentée par M. Friedel.

« Nous rappelons qu'en oxydant un mélange d'aniline et de paratoluidine on obtient une rosaniline qui, d'après MM. Émile et Otto Fischer, ne contient que $19^{at}$ de carbone; elle résulte du concours de $2^{mol}$ d'aniline et de $1^{mol}$ de paratoluidine; on sait encore que, si l'une des molécules d'aniline est remplacée par $1^{mol}$ d'orthotoluidine, il se forme une rosaniline contenant $20^{at}$ de carbone. Nous avons montré, en outre [1], qu'on peut remplacer les $2^{mol}$ d'aniline par $2^{mol}$ d'orthotoluidine, et la paratoluidine elle-même par l'$\alpha$-métaxylidine : on obtient ainsi une rosaniline contenant $22^{at}$ de carbone, ce que nous avons mis hors de doute en transformant cette rosaniline en un hydrocarbure $C^{22}H^{22}$, le *métatritolylméthane,*

$$2C^7H^9Az + C^8H^{11}Az + 3O = C^{22}H^{25}Az^3O + 2H^2O.$$

» L'existence d'une série de rosanilines homologues n'est donc plus douteuse, puisque les quatre premiers termes sont bien connus. En réunissant les données expérimentales que l'on trouve dans les travaux de M. Hofmann [2] et dans les nôtres, on arrive à conclure que le nombre total des rosanilines qui ont été préparées est de neuf, dont six homologues et trois isomères.

» Quelque grand que paraisse déjà ce nombre, nous allons faire voir qu'il n'est qu'une petite fraction de celui qui représente l'ensemble des

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1319; t. XCV, p. 238.
(2) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. VIII, p. 61.

rosanilines dont on peut prévoir dès maintenant l'existence. Pour déterminer ce chiffre, nous admettons que, pendant l'oxydation, les homologues supérieurs de la paratoluidine et de l'aniline ne perdent pas $CH^3$, mais que tous les atomes de carbone se retrouvent dans la rosaniline correspondante. Nous ne connaissons aucun fait qui contredise cette proposition, mais nous en avons signalé plusieurs qui l'appuient. Nous n'envisagerons que les rosanilines qui résultent du concours de deux alcaloïdes; car nous avons prouvé que la rosaniline ordinaire, que l'industrie produit avec un mélange de trois alcaloïdes, peut aussi être obtenue avec deux seulement, l'aniline et l'$\alpha$-métaxylidine. Nous bornerons la discussion aux seules amidométhylbenzines, aucun fait ne nous permettant de nous rendre compte du rôle des éthylbenzines et homologues.

» Nous avons montré précédemment que, parmi les amines dont nous avons expérimenté l'aptitude à former des rosanilines, on peut distinguer trois catégories, correspondant aux trois amidotoluènes isomères. A la première catégorie appartiennent la paratoluidine, l'$\alpha$-métaxylidine, la mésidine et l'amidopentaméthylbenzine. Leur rôle est de fournir le carbone du méthane, d'après MM. Émile et Otto Fischer. Leur caractère distinctif, au point de vue de leur constitution, est le suivant :

» 1° L'un des groupes $CH^3$ est, par rapport à $AzH^2$, dans la situation *para;*

» 2° La situation des autres groupes $CH^3$ est indifférente.

» Sur les vingt amidométhylbenzines dont l'existence est admise, dix remplissent ces conditions.

» A la deuxième catégorie appartiennent l'aniline, l'orthotoluidine, la $\gamma$-métaxylidine $C^6H^3\underset{1}{(AzH^2)}\underset{2}{(CH^3)}\underset{6}{(CH^3)}$.

» Leur constitution présente les particularités suivantes :

» Dans le groupe phényle, l'atome d'hydrogène qui, par rapport à $AzH^2$, est dans la position *para* (4), n'est pas remplacé par $CH^3$; mais cette condition, qui est nécessaire, n'est pas suffisante : il faut, en outre, que, pour les homologues de l'aniline, $CH^3$ soit avec $AzH^2$ dans la situation ortho, comme dans l'orthotoluidine et dans la $\gamma$-métaxylidine. Si aucun des atomes d'hydrogène 2 et 6 n'est remplacé par $CH^3$, ainsi que cela a lieu pour la métatoluidine et la xylidine $C^6H^3\underset{1}{(AzH^2)}\underset{3}{(CH^3)}\underset{5}{(CH^3)}$, l'alcaloïde est impropre à la production des rosanilines et appartient à une troisième catégorie.

» Il se présente ici une incertitude que nous devons signaler.

» A quelle catégorie appartiendrait un alcaloïde de la composition

$$C^6H^3(\underset{1}{AzH^2})(\underset{2}{CH^3})(\underset{3}{CH^3}),$$

contenant un $CH^3$ à la place du deuxième atome d'hydrogène et un $CH^3$ à la troisième place, qui serait à la fois un ortho et un méta dérivé?

» Nous ne possédons actuellement aucun fait expérimental propre à résoudre cette question, ce qui nous oblige à envisager successivement les deux cas.

» Si $CH^3$, dans la position 3, n'est pas un obstacle à la formation des rosanilines, l'alcaloïde le plus complexe appartenant à cette catégorie sera l'amidotétraméthylbenzine

$$C^6(\underset{1}{AzH^2})(\underset{2}{CH^3})\underset{3}{CH^3})\underset{4}{H}(\underset{5}{CH^3})(\underset{6}{CH^3}).$$

» Dès lors, la rosaniline la plus élevée de la série résultera du concours de $1^{mol}$ d'amidopentaméthylbenzine et de $2^{mol}$ de tétraméthylbenzine amidée

$$C^{11}H^{17}Az + 2C^{10}H^{15}Az + 3O = 2H^2O + C^{31}H^{43}Az^3O;$$

elle contiendra $31^{at}$ de carbone et sera le dernier terme d'une série de treize homologues; mais l'isomérie augmente ce chiffre dans une mesure considérable; en discutant l'une après l'autre les vingt amidométhylbenzines dont l'existence est admise, on trouve qu'il y a huit orthodérivés qui, avec les dix paradérivés, pourront produire quatre-vingts rosanilines.

» En envisageant le deuxième cas, on arrive à un minimum. S'il faut en effet que, dans deux groupes $C^6R^4$ de la rosaniline, les atomes 3 et 5 ne soient pas remplacés par $CH^3$, il n'est guère possible qu'une triméthylbenzine puisse fournir un alcaloïde de la deuxième catégorie, puisque l'un des trois $CH^3$ se trouverait nécessairement à la place 3 ou 5. C'est donc parmi les diméthylbenzines amidées que se trouverait le terme supérieur de cette série d'homologues, qui ne comprendrait guère que trois amines : l'aniline, l'orthotoluidine et la $\gamma$-métaxylidine.

» La rosaniline la plus élevée de la série des rosanilines homologues résulterait du concours de

$$C^{11}H^{17}Az + 2C^8H^{11}Az + 3O = C^{27}H^{35}Az^3O + 2H^2O,$$

et la série des homologues de la rosaniline ne renfermerait que neuf termes. Avec les isoméries possibles, leur nombre serait toutefois de trente, chiffre

encore très considérable et qui montre une fois de plus à quelles complications conduit cette merveilleuse faculté de combinaison du carbone.

» Quand on réfléchit à la difficulté que l'on a rencontrée pour distinguer entre eux les quatre premiers termes de la série des rosanilines, au point de les considérer soit comme identiques, soit comme isomères pendant près de vingt ans, on peut prévoir des difficultés encore plus grandes pour distinguer les termes supérieurs, et il y aura bien des cas où l'isomérie sera confondue avec l'identité. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un composé nouveau prenant naissance dans la préparation de l'hexachlorure de benzine.* Note de M. J. **Meunier**, présentée par M. Friedel.

« J'ai obtenu un corps de même composition centésimale que l'hexachlorure de benzine, en préparant celui-ci de la manière suivante :

» Un courant de chlore arrive dans de la benzine cristallisable débarrassée du thiophène, d'après la méthode de M. V. Meyer, par une ébullition de dix heures avec l'acide sulfurique concentré, et redistillée. Cette benzine est placée dans une cornue, exposée à la lumière et maintenue à l'ébullition. La cornue communique avec un récipient tubulé disposé verticalement, de façon à faire refluer la benzine et à condenser les produits solides entraînés, tout en permettant aux corps réagissants d'achever leur action réciproque. La transformation de la benzine n'est jamais intégrale, et l'opération peut être poursuivie jusqu'à ce que le thermomètre, plongé dans le liquide de la cornue, marque de 135° à 140°; on l'arrête alors et l'on verse ce liquide dans une capsule où il se prend par refroidissement en une masse blanche cristalline qu'on essore à la presse.

» Quand on soumet à la sublimation ce produit, et notamment ce qui s'est condensé dans le récipient, on obtient d'abord des lamelles, suivant les cas, larges ou aiguës; puis, vers la fin de l'opération, de petits cristaux octaédriques qui constituent la substance nouvelle.

» Les lamelles possèdent toutes les propriétés de l'hexachlorure de Mitscherlich; elles fondent à 157° et cristallisent dans les dissolvants en tables clinorhombiques décrites par Bodewig (*Groth's Zeitschrift*, t. III, p. 381).

» Les octaèdres, au contraire, ne fondent que vers 300°, en se volatilisant aussitôt d'une manière brusque; quand on réduit la pression à $0^m,10$, ils présentent ces mêmes phénomènes à 280°. Ils sont très solubles dans la benzine, moins solubles dans l'alcool, qui les laisse déposer en petits cris-

taux isolés et transparents. Ils sont sans action sur la lumière polarisée et appartiennent au système cubique ; j'ai observé les faces du cube, le tétraèdre et le tétraèdre pyramidé. La sublimation les groupe d'ordinaire en chapelets d'octaèdres ; elle m'a donné toutes ces formes et le plus souvent des faces creuses.

» Les propriétés chimiques des deux corps sont aussi fort distinctes, mais parallèles. L'hexachlorure ordinaire se décompose, aux températures supérieures à 300°, en acide chlorhydrique et en benzine trichlorée ; son homologue se décompose de même, en donnant de l'acide chlorhydrique et une benzine chlorée, ce qui le caractérise comme « produit d'addition » de la benzine.

» Cette même décomposition a lieu sous l'influence de la potasse alcoolique ; mais, tandis qu'une ébullition d'une heure suffit pour dédoubler le premier, il faut prolonger cette opération quatre ou cinq heures avec le second.

» Comme je n'avais qu'en petite quantité la benzine chlorée provenant du dédoublement de ce dernier, je n'ai pu la soumettre à la distillation et à l'analyse ; mais, en la plongeant dans un mélange réfrigérant à côté de la benzine trichlorée provenant de l'hexachlorure ordinaire, j'ai observé que ces deux produits se congèlent, se liquéfient, restent en surfusion en même temps et de la même manière. Bientôt je serai en mesure de lever tous les doutes à ce sujet.

» Voici, enfin, un fait qui établit une distinction essentielle entre les propriétés chimiques de ces deux corps : le cyanure de potassium, en solution alcoolique, dédouble l'hexachlorure ordinaire, tandis qu'il laisse intact son homologue. Ce fait a été le point de départ du procédé de séparation.

On emploie 3 parties de cyanure de potassium pour 4 d'hexachlorure, on en place le mélange pulvérisé avec sept ou huit fois son poids d'alcool dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux, et l'on chauffe au bain-marie pendant vingt-cinq ou trente heures. Au bout de ce temps, l'hexachlorure ordinaire est détruit ; on distille au bain-marie jusqu'à complet épuisement pour séparer l'alcool. La benzine trichlorée reste dans le ballon avec les résidus charbonneux ; il est avantageux de l'entraîner à la trompe, au moyen d'un courant de vapeur d'eau. Cela fait, on lave à l'eau la matière noirâtre dans laquelle on distingue les petits cristaux octaédriques, on la sèche et on la reprend par l'alcool bouillant. La solution alcoolique, en se refroidissant, laisse déposer ces mêmes cristaux,

qu'il est nécessaire de sublimer deux ou trois fois pour les débarrasser d'une poussière charbonneuse qu'ils renferment toujours après avoir cristallisé dans les dissolvants.

» Ainsi purifiés, ils ont donné à l'analyse les chiffres suivants :

| | Calculé pour $C^6H^6Cl^6$ ou $(C^6H^6Cl^6)^n$. | Trouvé I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|---|
| C | 24,74 | 24,00 | 24,72 | » | » |
| H | 2,06 | 2,55 | 2,55 | » | » |
| Cl | 73,40 | » | » | 72,76 | 73,31 |

» L'hexachlorure ordinaire sublimé, fondant à 157°, m'a donné

| | |
|---|---|
| C | 24,46 |
| H | 2,25 |
| Cl | » |

» Certains faits, que je désire compléter avant de les publier, m'ont conduit à penser que ce nouveau produit n'est autre qu'un polymère de l'hexachlorure de benzine [1]. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la constitution du lait.* Note de M. E. **Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« Les idées que j'ai développées dans ma dernière Communication m'ont conduit à une nouvelle méthode d'analyse du lait, dans laquelle je remplace la recherche, vaine et illusoire à mon avis, des proportions d'albumine et de lactoprotéine, par le dosage de la portion de caséine filtrable au travers de la porcelaine, que je distinguerai désormais, sous le nom de *caséine dissoute*, de la *caséine en suspension* et de la *caséine colloïdale*, que le lait renferme aussi. Ces trois formes de la caséine mériteraient d'être étudiées séparément. Si je me borne au dosage de la caséine dissoute, c'est qu'elle est le terme auquel aboutissent les deux autres, et que ses variations traduisent toutes les transformations que subit le lait, soit dans la pratique industrielle, soit dans l'alimentation.

» Je la sépare de la caséine en suspension et de la caséine colloïdale en aspirant, au moyen du vide, le lait au travers de tubes de porcelaine fermés par un bout, ou encore de vases poreux de pile, choisis parmi les

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences.

plus homogènes et les plus petits. Les vases plus grands, souvent fissurés, laissent passer des liquides de composition si variable, que Zahn, qui a le premier appliqué au lait ce mode de filtration, n'a pu tirer de ses expériences aucun enseignement précis. Avec mes tubes, j'obtiens des liquides parfaitement limpides, et toujours de même composition avec le même lait.

» Ces liquides sont étudiés, concurremment avec le lait, par des procédés simplifiés dont on trouvera le détail dans un Mémoire sur le lait, actuellement à l'impression pour les *Annales de l'Institut agronomique*. Il suffira de faire remarquer ici que la filtration sépare les éléments en suspension dans le lait, à savoir : la matière grasse, les deux premières variétés de caséine, et aussi, comme je le montrerai, une partie du phosphate de chaux, des éléments en solution vraie, à savoir : le sucre de lait, la caséine dissoute, le reste du phosphate de chaux et les autres sels minéraux.

» On pourra donc présenter les résultats de l'analyse comme le montre l'exemple suivant, qui se rapporte à un lait du Cantal, du 11 août :

| | Éléments | |
|---|---|---|
| | en suspension. | en solution. |
| Matière grasse........... | 3,32 | » |
| Sucre de lait............ | » | 4,98 |
| Caséine................ | 3,31 | 0,84 |
| Phosphate de chaux...... | 0,22 | 0,14 |
| Sels solubles............ | » | 0,39 |
| | 6,75 | 6,35 |

» On voit que, pour ce lait, la caséine dissoute représentait le cinquième environ de la caséine totale. C'est un chiffre qui est rarement atteint. D'ordinaire, pour les laits du Cantal, les proportions de caséine dissoute varient entre 4 et $6^{gr}$ par litre.

» Elles se maintiennent, en outre, assez constantes, et, à l'inverse des solutions artificielles de caséine dont j'ai parlé dans ma dernière Communication, le lait est un édifice assez stable vis-à-vis de certaines influences. C'est ainsi que la proportion de caséine dissoute ne change pas sensiblement sous l'action du temps. Dans un lait vieux de trois ans, je l'ai trouvée à peu près normale.

» Elle ne varie guère non plus sous l'action de la chaleur. Il est vrai que l'ébullition précipite un peu de matière, puisqu'elle louchit le liquide filtré au travers de la porcelaine; mais ce précipité est d'un poids très faible

et se redissout peu à peu. L'effet de la chaleur est donc transitoire sur la caséine dissoute. Elle donne seulement de la cohésion au mélange des deux autres caséines, les fait passer de l'état muqueux à un état plus condensé; c'est ce dont on s'aperçoit très bien à l'aspect du dépôt qui recouvre, après filtration, les parois du tube de porcelaine. Avec le lait bouilli, ce dépôt est toujours plus résistant et moins volumineux qu'avec le lait naturel.

» Une très légère acidité fait passer à l'état solide une portion de la caséine colloïdale : une très légère alcalinité fait au contraire passer à l'état colloïdal une portion de la caséine solide; mais aucune de ces influences ne change sensiblement les proportions de caséine dissoute. Je montrerai, dans une prochaine Communication, qu'il en est de même pour la présure.

» La quantité de caséine dissoute dans un lait normal est donc assez stable. Il y a plus : elle semble indépendante de la nature du lait. Dans du lait de vache de diverses provenances, dans du lait de chèvre, d'ânesse et de femme, j'en ai trouvé des proportions très voisines.

» Il y a pourtant deux influences qui augmentent la quantité de caséine dissoute : l'une peu active, c'est l'addition de l'eau au lait; l'autre plus puissante, c'est l'intervention de la diastase que j'ai nommée *caséase* dans mes travaux antérieurs.

» Sous l'action de cette caséase, j'ai vu la proportion de caséine dissoute, qui était originairement de 0,61 pour 100, passer à 1,80 après huit heures, à 2,20 après vingt-quatre heures. A ce moment, il restait encore $\frac{1}{8}$ de la caséine totale à l'état colloïdal. Cette proportion est restée la même après vingt-quatre nouvelles heures. Un état d'équilibre était atteint qui aurait exigé, pour être détruit au profit de la caséine dissoute, soit un contact beaucoup plus long, soit une addition nouvelle de diastase.

» Il y a un moyen d'arriver plus vite à la solubilisation de la caséine totale, c'est d'ensemencer dans le lait des microbes producteurs de caséase, tels que ceux que j'ai décrits dans mon Mémoire sur le lait [1]. Ces êtres détruisent constamment l'état d'équilibre auquel j'ai fait allusion plus haut, en sécrétant sans cesse de la diastase nouvelle, en même temps qu'ils consomment et transforment, pour leurs besoins nutritifs, la caséine dissoute existant déjà. Cette sécrétion de diastase est, en effet, pour eux, un moyen de se préparer une substance alimentaire aux dépens de la caséine solide et de la caséine colloïdale, qui ne sont pas immédiatement utilisables dans l'état où elles existent dans le lait; et la digestion préalable que leur font

(1) *Annales de l'Institut agronomique*, t. IV, 1879-1880.

ainsi subir les microbes est identique, comme je l'ai montré, à celle que produit l'action du suc pancréatique des animaux supérieurs. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la fonction pigmentaire des Hirudinées.* Note de M. **Rémy Saint-Loup**, présentée par M. de Quatrefages.

« Lorsqu'on étudie le développement de la Néphélis, on peut constater, lorsque l'intestin est formé, sa différenciation nette en quatre régions : une région œsophagienne, une région stomacale, une région intestinale, à parois plus épaisses et fortement colorées en jaune, et enfin une sorte de cloaque.

» Quand la jeune Néphélis a mangé, on voit apparaître sur toute la surface des trois dernières régions de petites granulations jaune brun d'abord assez espacées et qui, augmentant en nombre, finissent par former une sorte d'étui brun à ces régions du tube intestinal. Sur une coupe de l'animal on reconnaît que ces granulations ou sphérules brunes sont disposées sur les parois des vaisseaux capillaires qui viennent se mettre en contact avec l'épithélium intestinal, et dont le rôle est évidemment de permettre la pénétration dans le sang des matériaux digérés.

» Chez l'animal adulte, la tunique de sphérules jaune brun qui, chez les Sangsues, a été décrite sous les noms de *tunica cellulosa* par Knolz, de *tunica villosa* par Kuntzmann, s'éloigne de l'intestin et tapisse la face interne de la couche musculo-cutanée, tout en restant en rapport avec l'intestin par l'intermédiaire des vaisseaux fins dont elle revêt les parois.

» La substance de cette tunique est composée, comme le dit Braudt, d'une multitude de canaux intestiniformes enlacés, mais qui ne renferment pas de matière grenue et ne s'ouvrent pas dans l'intestin.

» Ray Lankester, à propos de son travail sur les capillaires intra-épithéliaux de la Sangsue médicinale, a reconnu les sphérules jaune brun sur les fins vaisseaux de la *tunica villosa*, et il remarque que dans l'intervalle des cellules columellaires de l'épithélium aboutissent les extrémités pigmentées des tissus fibro-vaseux. Il insiste sur l'identité du tissu fibro-vaseux et du tissu des vaisseaux capillaires. Ray Lankester décrit aussi les terminaisons en culs-de-sac de quelques-uns des capillaires revêtus de sphérules jaune brun.

» Mes propres recherches m'ont démontré la relation de continuité qui existe entre les sphérules jaune brun et les granulations pigmentaires. De nombreuses coupes faites sur des Néphélis, des Hirudo et des Aulastomes

m'ont permis d'admettre chez les Hirudinées l'existence d'une élimination des cellules jaune brun sous forme de substance pigmentaire, l'existence d'une fonction d'excrétion spéciale ou fonction pigmentaire.

» D'autres considérations appuient cette opinion et me conduisent à des conclusions plus générales.

» Chez l'Aulastome vorace, j'ai reconnu dans la région intestinale une *tunica villosa* constituée comme chez les Néphélis et les Sangsues, mais ici la substance colorante était plus foncée, presque noire. Dans les coupes de la région stomacale et œsophagienne, la *tunica* est moins vasculaire, les granulations sont plus noires encore, et dans la région céphalique il n'existe plus que la matière pigmentaire noire, qui s'étale en figures rameuses de plus en plus ténues à mesure qu'on approche de l'extrémité céphalique, et dont les derniers ramuscules se dispersent dans les couches épithéliales et dans le parenchyme du corps.

» Chez les Clepsines, les sphérules jaune brun sont distribuées dans le parenchyme mésodermique. Leydig les a figurées et décrites sous le nom de *cellules graisseuses*.

» Dans les coupes que j'ai faites, j'ai remarqué que les sphérules se fractionnent et deviennent de plus en plus petites et nombreuses à mesure qu'on les considère, des couches les plus profondes aux couches les plus extérieures, et que leur substance dans les couches cutanées se réduit à des granulations pigmentaires qui donnent à la peau sa coloration.

» La fonction pigmentaire existe encore ici; il me reste à examiner jusqu'à quel point on peut considérer les cellules jaune brun comme de nature hépatique.

» La *tunica villosa* de la Sangsue a été considérée jadis comme un foie, mais des discussions se sont engagées sans aboutir à des résultats positifs, et le champ est resté libre au combat des opinions.

» M. Camille Viguier a décrit chez la *Batracobdella Latastii* un renflement mûriforme qui enveloppe la région interposée entre l'œsophage et les premières poches gastriques et constitué par de petites sphérules de même nature que celles qui se trouvent sur les parois de la portion axile du tube digestif. Il considère cet ensemble comme un appareil hépatique plus localisé que la *tunica villosa*, mais de même nature.

» Chez les Annélides polychètes, comme l'*Arenicola piscatorum*, Cosmovici décrit et figure des vaisseaux capillaires terminés en cœcums et couverts d'une couche de cellules à granulations pigmentaires. Il compare ces culs-de-sac à ceux des petits vaisseaux de la Sangsue; sans se prononcer sur leur rôle, il combat l'idée qu'ils constituent des glandes.

» En présence de ces diverses opinions et des observations résultant de mes recherches personnelles, j'ai dû chercher quelles relations pouvaient exister entre la fonction pigmentaire et la fonction hépatique.

» Les mots *cœur, poumon, rein, foie* ont été imaginés pour désigner les parties de l'organisme des Vertébrés supérieurs. Or qu'est-ce que le foie d'un Vertébré supérieur? Une masse brune constituée d'un assemblage étroit de vaisseaux et de dépôts cellulaires. Du sang amené par la veine-porte des capillaires de l'intestin dépose dans la masse hépatique quelques-uns des principes qu'il contient, puis rentre par la veine sus-hépatique dans le torrent de la circulation.

» Ainsi considéré, le foie est l'organe d'une première fonction, le dépôt de certains des matériaux que contient le sang après qu'il a absorbé les produits de la digestion. Il est compliqué de conduits spéciaux, d'une vésicule biliaire, d'un appareil enfin qui conduira, en des points où ils seront utilisés ou excrétés, les produits de cette purgation du sang. C'est la deuxième fonction du foie.

» Or ces deux parties de l'appareil hépatique, au lieu d'être réunies, peuvent constituer deux organes distincts. Je verrais volontiers l'homologue de la première partie dans les amas de sphérules jaune brun qui tapissent les capillaires en contact avec l'intestin chez les Néphélis et dans les globules jaunes du parenchyme des Clepsines.

» Chez ces dernières, où le tube digestif est très ramifié et présente une grande surface d'échanges avec le liquide sanguin, les capillaires intestinaux n'existant plus, le foie ne présentera plus les mêmes rapports anatomiques assimilables à ceux que nous constatons chez les Vertébrés et chez les Sangsues, mais en certains points seront déposés les produits d'excrétion correspondants sous forme de sphérules jaunes.

» L'élimination n'est pas faite par des canaux biliaires, mais par les pigments. Quant à la fonction correspondant à la production de la bile, c'est-à-dire d'un liquide utilisé en partie dans la digestion, elle est localisée, chez les Vers que j'ai considérés, dans les parois mêmes de la partie intestinale du tube digestif.

» La différenciation de cette partie, le volume et la coloration des cellules qui la constituent, sont évidents chez les Néphélis jeunes et surtout chez les Clepsines, et les changements brusques de coloration des matières ingérées qui arrivent de la région gastrique témoignent de la puissance des modifications chimiques qu'elles subissent dans l'intestin.

» L'étude du développement du foie chez certains Invertébrés et chez les Vertébrés a montré qu'il se forme aux dépens des parois de l'intestin et

quelquefois qu'il tire son origine d'un diverticulum de l'intestin. Je pense qu'il est constitué en réalité non seulement de cette portion intestinale, mais encore de matériaux assimilables aux sphérules jaune brun des Hirudinées. A ce point de vue seulement, on peut étendre à la *tunica villosa* et aux organes homologues des Vers la dénomination de *foie*. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des Comatules*. Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Pour arriver à une détermination rigoureuse des diverses parties qui constituent une Comatule adulte, nous avons cherché à établir, grâce à des matériaux que nous a obligeamment envoyés M. le Dr Viguier, professeur à l'École supérieure des Sciences d'Alger, quelle est l'organisation de l'animal aux trois phases : 1° de *Cystidé*; 2° de *Pentacrine*; 3° de *Comatule* libre, mais non encore adulte.

» 1° A la fin de la phase de Cystidé, la jeune Comatule ne possède encore que des tentacules buccaux et pas de bras. Son tube digestif forme une demi-spire et présente un anus situé sur le côté du corps. Autour de la bouche existe un canal annulaire dans lequel viennent s'ouvrir les tentacules buccaux. Un tube court, recourbé en U, part du canal annulaire, traverse la paroi du corps, en changeant légèrement de structure et en se soudant aux tissus ambiants, puis s'ouvre à l'extérieur par un pore situé sur la paroi du corps. Ce tube a été comparé au canal hydrophore des Holothuries, lui-même considéré comme homologue de ce qu'on appelle le *canal du sable* chez les Oursins, les Astéries et Ophiures. Il sert incontestablement à introduire l'eau dans l'appareil tentaculaire, mais nous devons faire les plus expresses réserves sur son homologie avec le canal du sable des autres Échinodermes.

» Le pédoncule du jeune animal contient six cordons cellulaires : un central, cinq formant, autour du cordon central, les arêtes d'un prisme pentagonal dont il occuperait l'axe. Le cordon central se prolonge dans la partie renflée du corps, de manière à occuper l'axe de la spire formée par le tube digestif, et ses parois cellulaires s'épaississent de manière à former un corps ovoïde, dont les grandes cellules sont toujours, sur les coupes, disposées en deux rangées contiguës, de sorte que le corps ovoïde est plein. Ce corps est entouré d'une enveloppe fibreuse et vient se souder, à sa partie supérieure, à la paroi du pharynx. Il occupe exactement la même position, par rapport au tube disgestif, que le canal du sable des Oursins.

» Les cinq cordons qui enveloppent le canal axial se renflent légèrement à leur entrée dans le corps proprement dit; une cavité apparaît dans leur région renflée : il en résulte la formation de cinq chambres qui sont la première trace de l'*organe cloisonné*. Des bourgeons cellulaires, partant du sommet de ces chambres, arrivent bientôt, en rampant le long des parois du corps, jusqu'au canal circumbuccal; celui-ci forme un bourgeon au point de rencontre; les deux bourgeons se portent alors vers l'extérieur : la paroi du corps leur forme une sorte de coiffe, et toutes ces parties, grandissant ensemble, finissent par constituer un bras. Les cinq bras n'apparaissent pas simultanément, mais successivement, et montrent encore de grandes différences de taille pendant presque toute la durée de la phase suivante. Leur croissance s'accomplit dès le début, comme nous l'avons indiqué dans notre Communication du 16 juillet.

» 2° La phase pentacrinoïde s'étend depuis l'apparition des bras jusqu'à la formation complète des cirrhes. A ce moment, par suite du développement des bras, la surface ovale de la larve, qui était tout d'abord entièrement occupée par l'anneau tentaculaire, s'est considérablement agrandie, et l'anus y a été transporté; il s'ouvre désormais au sommet d'un tube spécial. Cette surface est découpée par les canaux tentaculaires qui se rendent aux bras en cinq secteurs. Sur chacun de ces secteurs se voit un orifice hydrophore semblable à l'orifice unique de la phase précédente. A chacun de ces cinq orifices correspond un tube hydrophore. Dans les coupes, ces cinq tubes paraissent se terminer par une extrémité libre dans la cavité générale, mais nous avons des raisons de penser que ces tubes sont normalement en continuité avec les cinq canaux qui traversent la paroi du corps pour aboutir aux cinq orifices hydrophores.

» Le corps ovoïde qui traversait l'axe de la cavité générale a maintenant l'aspect d'un double canal dont les deux parties semblent s'ouvrir dans le pharynx, point qui demande cependant encore quelques études. L'organe cloisonné a pris à très peu près sa forme définitive. A son niveau, du cordon pédonculaire central, on voit, chez les individus dont les bras sont encore peu développés, naître des bourgeons claviformes alternes avec ceux qui, des bras. Ces bourgeons, se dirigeant en bas et en dehors, atteignent bientôt les téguments. Ceux-ci se renflent et s'allongent au-dessus d'eux; dès lors, ces diverses parties, croissant ensemble, finissent par constituer un cirrhe. Les cirrhes n'ont donc pas de véritable homologie avec les bras; ils naissent du cordon central du pédoncule; les bras, des cinq cordons périphériques. A cet âge, il n'y a aucune trace d'appareil vasculaire,

et l'organe axial conserve à très peu près la structure histologique de l'organe ovoïde de la phase précédente.

» 3° Au moment où la jeune Comatule se détache, le tube digestif a formé de nouveaux replis autour de l'organe axial. Les tubes hydrophores se sont considérablement multipliés, mais on observe les mêmes rapports entre eux et les canaux qui traversent la paroi du corps pour s'ouvrir à l'extérieur. L'organe axial a toujours la structure exclusivement cellulaire qu'il n'a cessé de présenter jusqu'ici, mais ses parois se recourbent intérieurement en lames enroulées qui rappellent d'assez près les dispositions du canal du sable des Etoiles de mer. Cet organe se termine inférieurement en un tube conique qui pénètre, en s'amincissant toujours, dans l'axe de l'organe cloisonné.

» Les trabécules de tissu conjonctif de la cavité générale sont très nombreux, et quelques-uns, qui viennent se rattacher à l'enveloppe de l'organe axial, pourraient être pris pour des vaisseaux; mais il n'existe rien que l'on puisse désigner sous ce nom. Parmi les vides qui existent entre ces trabécules, courent un petit nombre de cordons cellulaires pleins qui se rendent manifestement aux bras. Le tissu cellulaire qui enveloppe l'organe cloisonné est extrêmement épais et a tout l'aspect d'un tissu en voie de multiplication rapide. Ce tissu se prolonge au centre de l'axe calcaire des bras et présente déjà toutes les connexions, que nous avons précédemment décrites, avec le tissu musculaire et le tissu conjonctif des bras.

» En résumé, jusqu'à cet âge, les pores qui font communiquer la cavité générale avec l'extérieur peuvent être considérés comme les orifices de tubes hydrophores avec lesquels ils sont liés tout à la fois par leur nombre et leur position; ces tubes, homologues peut-être à ceux des Holothuries, ne correspondent nullement au canal du sable des autres Échinodermes; ce canal du sable paraît, au contraire, représenté par l'organe axial des Comatules, qui possède tout à la fois la structure du canal du sable des Astéries et la position de l'organe de même nom chez les Oursins. Cet organe est évidemment en rapport avec la nutrition des cirrhes, dont l'origine et la nature sont bien différentes de celles des bras.

» Nous discuterons la signification de ces faits en exposant l'organisation des Comatules mûres pour la reproduction. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur un organe placentoïde chez l'embryon des Oiseaux.* Note de M. MATHIAS DUVAL, présentée par M. Ch. Robin.

« Tous les embryologistes contemporains sont muets sur certains rapports que présente l'allantoïde des Oiseaux avec la masse d'albumine accumulée, dès le cinquième jour de l'incubation, vers le petit bout de l'œuf. Dutrochet (*Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux*, t. II, p. 211) avait cependant signalé ce fait, que l'allantoïde s'étale sur toute l'étendue de la face interne de la coquille, à une époque où il reste encore beaucoup d'albumine, et que, par suite, cette albumine se trouve incluse dans une cavité circonscrite par la vésicule allantoïde ; mais il ne connaissait pas l'existence de la fente pleuro-péritonéale, séparant le filet fibro-cutané de la vésicule ombilicale d'avec son feuillet fibro-intestinal, et, par suite, il n'avait pas eu à se préoccuper de chercher comment l'allantoïde peut cesser de s'étendre dans cette fente, pour aller, en quittant la sphère vitelline, s'étendre autour de la masse albumineuse. Depuis Dutrochet, les embryologistes ne paraissent s'être occupé du poulet que comme introduction à l'embryologie des Mammifères, et ils ont admis, sans vérification, que l'allantoïde s'étendrait uniquement dans la fente pleuro-péritonéale, chez les Oiseaux comme chez les Mammifères, c'est-à-dire ne quitterait jamais la sphère vitelline. C'est la conclusion que formulent nettement Forster et Balfour dans leur Ouvrage, consacré cependant uniquement à l'embryologie du poulet (*Éléments d'Embryologie*, traduction française par E. Rochefort, 1877).

» Cependant le plus simple examen d'un œuf de poulet, au douzième jour de l'incubation, par dissection faite sous l'eau, montre nettement qu'à cette époque, l'embryon avec l'amnios occupant le gros bout de l'œuf, la partie moyenne de l'œuf est occupée par la vésicule ombilicale, et que le petit bout de l'œuf est occupé par une masse d'albumine épaisse et très visqueuse, incluse dans un sac très vasculaire formé par un prolongement de l'allantoïde.

» Des coupes faites sur des œufs de petite dimension (œufs de fauvette), à toutes les périodes de l'incubation, nous ont permis d'élucider le mode de formation et la signification de ce sac appendu à la partie inférieure de la vésicule ombilicale.

» L'allantoïde s'étend dans la fente pleuro-péritonéale jusqu'au niveau de l'équateur de la sphère vitelline; mais, dès qu'elle en atteint l'hémi-

sphère inférieur, elle cesse de s'étendre dans la fente pleuro-péritonéale; elle repousse devant elle le chorion (lame fibro-cutanée doublée de l'ectoderme) dont elle se revêt, se détache ainsi de la vésicule ombilicale, et se porte vers le petit bout de l'œuf, en suivant la face interne de la coquille. Le sac ainsi formé se ferme par un mécanisme analogue à celui que produit l'occlusion de l'amnios, et il est alors rempli par l'albumine autour de laquelle il s'est développé.

» La surface extérieure comme la surface intérieure de ce sac sont formées par le chorion. Or bientôt le chorion de la surface intérieure donne naissance à des villosités, longues et serrées les unes contre les autres, et qui plongent dans la masse d'albumine, à l'absorption de laquelle elles président. Ces villosités sont vasculaires, car elles sont pénétrées par les vaisseaux de l'allantoïde.

» Un organe d'absorption, formé de villosités choriales, avec vaisseaux allantoïdiens, ne saurait recevoir d'autre nom que celui de *placenta*. C'est pourquoi nous donnons le nom de *sac placentoïde* à l'organe que nous avons découvert dans les annexes de l'embryon d'Oiseau.

» Dans un prochain Mémoire nous décrirons, avec planches à l'appui, tous les détails de l'évolution de ce sac, lequel, après avoir présidé à l'absorption de toute l'albumine, se flétrit et s'atrophie, pour ne laisser que des restes méconnaissables au moment de l'éclosion. Il nous suffira, pour le moment, de signaler la signification générale des faits sus-indiqués, à savoir que les Oiseaux possèdent un organe annexe tout à fait comparable au placenta des Mammifères, et que nous trouvons ainsi, dans l'embryologie des annexes, de nouvelles formes de transition et de nouvelles affinités entre les Vertébrés allantoïdiens munis d'un placenta et ceux qui jusqu'à ce jour étaient considérés comme aplacentaires. Il est vrai que les villosités du placenta de l'Oiseau, au lieu de pénétrer dans le terrain maternel pour y puiser les sucs nutritifs, ainsi que cela a lieu chez les Mammifères, plongent dans l'albumine que les organes de la mère ont déposée, comme provision nutritive, dans l'espace que circonscrit la coquille de l'œuf. C'est là un fait d'adaptation spéciale aux circonstances particulières du développement de l'Oiseau; par suite, la présence de la coquille détermine le placenta à prendre la forme de sac avec villosités à la face interne, au lieu de s'étaler en surface avec villosités externes. Pour les mêmes raisons, si le placenta des Oiseaux est un organe d'absorption nutritive par sa surface intérieure, il est un organe d'échange respiratoire par sa surface extérieure, c'est-à-dire qu'ici se trouvent réparties, en deux régions différentes, les fonctions qui,

dans le placenta des Mammifères, s'accomplissent simultanément en un seul et même lieu. »

GÉOLOGIE. — *Origines et modes de formation des calcaires dévonien et carbonifère de la Belgique*. Note de M. E. DUPONT, présentée par M. Hébert.

« En offrant à l'Académie un exemplaire de deux feuilles de la *Carte géologique de la Belgique*, levées par MM. Mourlon, Purves et moi-même, j'ai l'honneur de lui exposer sommairement les résultats de mes recherches sur les calcaires dévonien et carbonifère de ce territoire.

» Le calcaire dévonien s'étend concentriquement, dans les bassins primaires de Dinant et de Namur, autour des roches quartzeuses et schisteuses du dévonien inférieur. Le dévonien supérieur, formé de schistes, de psammites, de grès et de macigno, lui succède; puis vient le calcaire carbonifère, au centre duquel se présentent des bassins houillers d'étendues variées. Ces terrains ont subi, au commencement de la période secondaire, les effets d'un soulèvement qui a fortement contourné et fracturé leurs couches.

» J'ai signalé depuis longtemps la grande variété des roches calcareuses du calcaire carbonifère belge, et, dans sa partie moyenne, des exemples singuliers de distributions interrompues ou lacunes stratigraphiques. A plusieurs égards, l'étude détaillée de ce terrain paraissait inextricable.

» Nos calcaires dévoniens me mirent sur la voie du phénomène qui a donné naissance à ces conditions.

» Je fis des recherches sur la nature précise des variétés de ces calcaires, au moyen de préparations micrographiques en lames transparentes d'une surface de près de $0^{mq},25$; je pus ainsi reconnaître que ces calcaires sont constitués par des coraux, tantôt agglomérés, tantôt à l'état de débris triturés, absolument comme les calcaires actuels provenant des îles coralliennes de la mer du Sud. L'identité de constitution de ces roches actuelles et des calcaires dévoniens est frappante. Ceux-ci sont entourés de schistes, et, comme cela a lieu aujourd'hui, dès qu'apparaît l'élément argileux, les coraux disparaissent; et, de même aussi, ils ne pouvaient croître qu'à des profondeurs voisines de celles que leurs analogues exigent aujourd'hui.

» La démonstration directe en est fournie notamment par le calcaire carbonifère, où l'on peut reconstituer la disposition d'une ride sous-marine, à relief accidenté, dont l'une des protubérances porte seule une sorte de chapeau calcaire corallien.

» Enfin, ces calcaires dévoniens sont à leur tour disposés en barrières

frangeantes contre les anciennes côtes, dont elles sont séparées par des schistes contenant les mêmes mollusques, ainsi que M. Gosselet l'a établi, et entourant aussi ces barrières extérieurement. Il y a lieu d'en conclure que des chenaux existaient primitivement entre les récifs et la plage, et qu'ils furent comblés par les apports dans la mer de substances argileuses qui envasèrent les constructions coralliennes.

» De même, d'innombrables îlots coralliens, enfouis dans ces schistes, apparaissent dans le voisinage des récifs frangeants, et j'ai fait le levé de plusieurs d'entre eux, qui sont associés sous la forme d'anneau ébréché avec les caractères essentiels des atolls.

» M. H. Milne-Edwards, résumant, en 1860, les affinités zoologiques qu'il venait de définir entre les coralliaires anciens et actuels, prévoyait déjà qu'on reconnaîtrait un jour que les coraux paléozoïques avaient formé, sous nos latitudes, des bancs semblables à ceux des mers intertropicales.

» Les mêmes circonstances se retrouvent dans le calcaire carbonifère, mais avec des variantes telles, que son étude stratigraphique repose avant tout sur la recherche des origines multiples de ses roches calcareuses.

» Celles-ci se divisent tout d'abord en deux catégories : les calcaires stratifiés et les calcaires massifs.

» Les calcaires stratifiés ont des dispositions semblables aux dépôts de grès et de psammites dévoniens sur lesquels ils reposent, et il est aisé d'établir une succession chronologique dans la suite de leurs couches.

» Tout autres sont les conditions des calcaires massifs. Ils présentent l'allure des calcaires dévoniens ; on tente en vain de classer chronologiquement leurs éléments constitutifs.

» Les plaques minces dévoilèrent que ces deux catégories de calcaires répondent à des éléments de natures distinctes. Les calcaires massifs se montrent sous un aspect marbré, dû à des agglomérations de stromatoporoïdes analogues à ceux qui ont largement contribué à la formation des îlots dévoniens de marbre rouge. Ces organismes ont donc construit des roches semblables à nos calcaires coralliens de l'époque dévonienne, dont ils reproduisent en outre les dispositions en barrières ou en îlots détachés, suivant la proximité ou l'éloignement de la côte primitive.

» Au contraire, les calcaires stratifiés, étudiés sur des lames transparentes, se présentent sous des formes avant tout détritiques. Sous ce rapport, ils se répartissent à leur tour en deux groupes différents.

» Les uns sont formés presque exclusivement de débris de crinoïdes, dont l'accumulation a suffi à créer des amas de plus de $200^m$ d'épaisseur.

Ces débris sont disposés comme le sont les éléments des couches de sable et de gravier, et sont essentiellement sédimentaires.

» Lorsqu'on se rappelle que les crinoïdes peuvent vivre depuis des points assez voisins de la surface jusqu'à des profondeurs de 2000$^m$ et plus, ainsi que les explorations du *Talisman* viennent encore de nous le révéler, et que ces organismes fragiles ne sont à aucun titre des constructeurs de récifs, on ne peut être surpris que les roches qu'ils ont produites par leurs débris aient des caractères si contrastants avec les calcaires dus à la croissance directe des stromatoporoïdes.

» L'autre groupe de calcaires stratifiés est aussi nettement sédimentaire. Observés par transparence, sur des plaques assez grandes pour montrer leurs agencements intimes, on les voit constitués par des grains amorphes de calcaire, par des débris variés d'organismes, surtout de coquilles, et par d'innombrables foraminifères. Ils sont compacts, grenus ou bréchiformes, souvent même oolithiques, comme les dépôts des plages calcareuses, que les naturalistes navigateurs ont désignés sous les noms de *boue*, de *sable* et de *conglomérat coralliques*, et dont ils attribuent l'origine à l'action destructive de la vague. De telles roches atteignent souvent une puissance considérable, jusqu'à 300$^m$ et 400$^m$, en Condroz et dans l'Entre-Sambre-et-Meuse.

» Les roches du calcaire carbonifère se classent donc en calcaires construits et en calcaires sédimentaires, répondant à des origines et à des gisements différents.

» Tandis que les calcaires massifs sont des récifs édifiés suivant les lois qui règlent la formation des roches produites par les coraux constructeurs, les calcaires stratifiés sont de véritables dépôts, qui ont joué, vis-à-vis des précédents, principalement le rôle des matières terreuses auxquelles est dû l'envasement des récifs dévoniens. Ici, les matières de remplissage des chenaux et des fonds de mer sont des débris d'organismes ou des détritus de calcaires préexistants; là elles sont argileuses et d'apport extérieur. Aussi observe-t-on, dans les récifs carbonifères, entre les rangées frangeantes, des amas stratifiés de calcaire à crinoïdes et de calcaire amorphe, qui tiennent la place des amas de schistes entre les rangées frangeantes dévoniennes. Dans les deux cas, ces rangées étaient primitivement découpées en archipels, comme le sont les récifs frangeants de nos mers.

» L'origine corallienne des calcaires massifs révèle aussi la cause de leurs nombreuses lacunes stratigraphiques à distance de la côte. Les organismes constructeurs n'avaient, en effet, d'action que dans une étroite zone bathymétrique, voisine de la surface; là seulement pouvaient s'établir des

récifs. Dans les points plus profonds, que des perturbations mécaniques ont amenés ultérieurement au jour, les calcaires détritiques seuls se déposaient.

» Ainsi la formation des roches marines d'origine organique peut être expliquée aux époques primaires par les causes actuelles : nouvelle preuve de l'efficacité de la méthode comparative mise à l'usage de l'étude du passé de notre globe, et de la persistance des lois auxquelles les manifestations de la nature sont assujetties; la Géologie les a prises depuis longtemps pour guide dans ses recherches. »

HYDROLOGIE. — *Sur la variabilité de la concentration et de la composition des sources minérales.* Mémoire de M. A. **Inostranzeff**, présenté par M. Daubrée. (Extrait.)

« Il résulte d'une nombreuse série d'analyses que, dans trois localités différentes, le puits artésien de Saint-Pétersbourg, les sources de Drouskeniki (gouvernement de Grodno) et celles de Tzekhofzinsk (Pologne), on a pu constater des variations quotidiennes de concentration et de composition. »

M. C. **Mallet** adresse une Note relative à un nouveau procédé de fabrication des pavés en bois durci, pour le pavage des rues.

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

---

*ERRATA.*

(Séance du 11 février 1884.)

Page 382, ligne 5, *au lieu de* Duverne, *lisez* Duvern.
» ligne 6, *au lieu de* Geoffe, *lisez* Geoff.
» ligne 27, *au lieu de* monstérienne, *lisez* moustérienne.
Page 383, ligne 16, *au lieu de* Pollas, *lisez* Pallas.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 25 FÉVRIER 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Faye** donne lecture, au nom des Sections d'Astronomie et de Géographie et Navigation réunies, d'un Rapport qui doit être adressé à M. le Ministre des Affaires étrangères, au sujet de la Conférence internationale qui sera convoquée à Washington, pour l'établissement d'un méridien universel.

### *Notice sur les travaux de M.* Th. du Moncel, par M. Edm. Becquerel.

« Théodose-Achille-Louis, comte du Moncel, Membre libre de l'Académie des Sciences, eut, dès sa jeunesse, le goût des Sciences et des Arts. Il suivit en cela les nobles exemples de sa famille, car son grand-père maternel, M. de Magneville, naturaliste distingué, fonda à Caen un musée d'Histoire naturelle, un Jardin des plantes, une Société linnéenne et celle des Antiquaires de Normandie, et son père, général du génie, se livra avec ardeur à l'Agriculture.

» Il avait à peine terminé ses études, qu'il fit paraître un *Traité de Perspective* et s'occupa de l'examen archéologique des monuments de la Normandie. En 1843, à l'âge de 22 ans (1), il entreprit un voyage en Orient, d'où il rapporta un grand nombre de souvenirs historiques, scientifiques et artistiques qui firent le sujet d'un Ouvrage : *De Venise à Constantinople à travers la Grèce*, dont les planches furent dessinées et lithographiées par lui. Il fit encore plusieurs publications de ce genre; mais, à partir de 1850, il s'adonna exclusivement à l'étude des Sciences physiques, qu'il poursuivit depuis sans interruption.

» Il commença par établir un observatoire météorologique pourvu d'instruments enregistreurs de son invention, qui non seulement lui donnèrent le goût de la Mécanique, mais encore le conduisirent à s'occuper d'Électricité, science qui allait devenir l'objet de tous ses travaux; il avait trouvé sa voie, et il ne s'en écarta plus pendant le reste de sa carrière.

» La Télégraphie électrique venait d'être installée en France; il vit aussitôt que l'on pouvait y introduire de nombreux perfectionnements et construisit des appareils enregistreurs de différents genres, qui, justement appréciés à l'Exposition universelle de Paris, en 1855, lui valurent une des premières récompenses.

» A partir de ce moment, et à diverses reprises, il fit connaître d'autres instruments analogues, tels que télégraphes, moniteurs électriques, systèmes divers pour l'inflammation des mines, dont l'un fut employé au creusement du port de Cherbourg, ainsi que plusieurs appareils, utilisés avec avantage dans diverses circonstances.

» L'appareil d'induction de Ruhmkorff fut pour lui l'objet d'une étude attentive; il analysa un des premiers les effets des courants induits à haute tension, directs et inverses, que l'on recueille avec cet appareil, c'est-à-dire les courants induits de rupture et de fermeture, et reconnut que l'on pouvait faire prédominer tels ou tels de ces courants, suivant la résistance des circuits parcourus par eux; il montra, en outre, quelle était la composition complexe de la décharge d'induction et donna le moyen de séparer les deux parties qui la constituent, c'est-à-dire l'auréole et le trait de feu, ou, ce qui appartient à la transmission de l'électricité par les particules volatilisées des conducteurs, et à la transmission par l'incandescence du milieu ambiant. Il fit concourir à cette analyse délicate, non seulement les actions extérieures mécaniques et magnétiques, mais encore l'analyse spectrale.

---

(1) Il était né le 5 mars 1821.

» Le passage de l'électricité au travers des conducteurs imparfaits le conduisit à observer le premier les effets qui se produisent lorsque deux lames de verre placées à distance l'une de l'autre ont chacune une de leurs faces extérieures munie d'une armature en relation avec les extrémités polaires d'un appareil d'induction; il se manifeste alors entre ces lames de verre une nappe lumineuse nommée *effluve électrique*, actuellement en usage pour l'électrisation des gaz et des vapeurs, ainsi que pour la production de l'ozone.

» Les lois de l'aimantation des électro-aimants, suivant l'intensité des courants électriques et les dimensions des circuits, furent, de sa part, le sujet de longues recherches très bien dirigées. Il s'occupa de la distribution du magnétisme et détermina par expérience les effets produits sur des armatures placées à des distances diverses; puis il chercha quelles étaient les conditions les plus favorables de construction des électro-aimants destinés à être placés dans des circuits d'une résistance déterminée, et il put indiquer quelles étaient les conditions du maximum quand on ne dépasse pas la saturation magnétique de la masse centrale en fer. Cet ensemble de recherches constitue un travail important, utilisé dans la pratique.

» Il faut distinguer encore, parmi les travaux de notre Confrère, les Mémoires qu'il a publiés sur l'Électricité atmosphérique, et dans lesquels il a cherché à expliquer les changements d'intensité et les décharges qui ont lieu dans l'atmosphère, en assimilant ces effets à ceux auxquels donnent lieu les effets de tension des appareils d'induction.

» Comme ingénieur et membre du Conseil de perfectionnement du matériel des lignes télégraphiques, le comte du Moncel fit plusieurs séries de recherches sur les causes des variations d'intensité des différentes piles, sur leur force électromotrice, sur leur résistance à la conductibilité, ainsi que sur la transmission de l'électricité à travers le sol et sur l'isolement des fils télégraphiques. Il étudia d'une manière spéciale les courants accidentels qui se produisent sur les lignes télégraphiques et reconnut que, dans certains cas, l'action chimique exercée par les agents atmosphériques sur les fils conducteurs pouvait donner lieu à des effets perturbateurs.

» A la suite de ces derniers travaux, il entreprit des expériences très délicates sur la conductibilité des corps médiocres conducteurs, tels que les substances ligneuses et minérales, recherches qui ont vivement attiré l'attention. Il démontra que cette conductibilité devait être principalement attribuée à l'humidité, qu'elle variait avec l'état hygrométrique de l'air ambiant, qu'elle changeait également suivant les dimensions des corps, la

pression exercée sur eux et leur température, et qu'une dessiccation complète de certains bois conduisait à un grand pouvoir isolant.

» Ces recherches et d'autres encore, que je ne puis énumérer ici, sont la preuve de sa persévérance dans la direction de ses travaux. Sa préoccupation constante était l'extension des applications de l'Électricité, dont il était un des plus ardents promoteurs; c'est même dans ce but qu'il entreprit ses publications les plus importantes, notamment son *Exposé des applications de l'Électricité*, qui a eu trois éditions (la dernière en cinq Volumes), œuvre capitale, éminemment utile et renfermant des documents nombreux, sources précieuses pour les ingénieurs électriciens. Il publia, en outre, un *Traité de Télégraphie électrique*, des Ouvrages sur les appareils d'induction, sur les lois des électro-aimants, l'éclairage électrique, la téléphonie, Ouvrages justement estimés et qui ont eu plusieurs éditions; il est également auteur d'un grand nombre de Notices et d'Articles scientifiques qui ont paru dans différents recueils. Tous ces travaux et ces publications lui assignent un rang élevé parmi les savants qui se sont distingués dans l'étude des questions relatives aux applications diverses de l'électricité.

» Depuis 1856, il faisait partie du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, et jusque dans ces dernières années il a prêté à cette Compagnie le concours de son expérience, notamment en ce qui concerne la Télégraphie électrique, qu'il connaissait dans ses moindres détails.

» Il eut le bonheur d'être uni à une compagne [1] dont la haute intelligence put comprendre l'importance de ses travaux; elle était initiée à toutes ses recherches, et s'était faite son collaborateur dévoué pendant toute sa carrière scientifique; aussi sa vie s'est-elle écoulée heureuse et tranquille, et a-t-il pu se livrer sans relâche à ses recherches de prédilection. Sa plus grande ambition fut satisfaite le jour où il vint prendre place parmi nous.

» Artiste habile, archéologue érudit, physicien ingénieux et fécond, travailleur infatigable, le comte Théodose du Moncel n'a pas ralenti sa marche un seul instant, et, il y a peu de temps encore, il prenait part à nos travaux. D'une parfaite loyauté et plein de bienveillance envers tout le monde, il laisse parmi ses Confrères un inaltérable souvenir. »

---

[1] Fille de M. le comte de Montalivet.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelle Communication sur la rage;* par M. **Pasteur**, avec la collaboration de MM. **Chamberland** et **Roux**.

« L'Académie a accueilli avec bienveillance nos premières Communications sur la rage, tout incomplètes qu'elles aient été. Elle a compris que, dans une telle recherche, chacune des étapes vers la connaissance de cette maladie était digne d'encouragement.

» Les faits nouveaux que je vais avoir l'honneur de communiquer en mon nom et au nom de mes collaborateurs, et je pourrais ajouter le nom de Thuillier qui, avant son départ pour l'Égypte, avait pris part aux expériences, ont tous été obtenus par l'emploi des deux méthodes si précieuses de l'inoculation du virus rabique à la surface du cerveau par la *trépanation*, ou de l'injection de ce virus dans le système sanguin. Le mot de *trépanation* entraîne avec lui l'idée d'une opération longue et d'un succès difficile. Il n'en est rien. Dans des centaines d'opérations pratiquées sur des chiens, des lapins, des cobayes, des poules, des singes, des moutons, etc., les insuccès se comptent par quelques unités seulement. Quant à l'habileté d'exécution que ce traumatisme exige, elle est certainement à la portée du plus grand nombre. Un jeune aide du laboratoire a pu être très rapidement mis à même par M. Roux de pratiquer cette opération, et c'est lui qui présentement fait toutes les trépanations aux divers animaux, sans qu'il arrive jamais d'accidents pour ainsi dire. L'opération est si peu longue, que le dernier singe trépané a été chloroformé, opéré et remis de l'étourdissement produit par le chloroforme dans l'intervalle de vingt minutes. Moins d'un quart d'heure plus tard, il mangeait une figue. Afin d'abréger cette lecture, je me bornerai à résumer, sous forme de conclusions, l'ensemble de nos résultats :

» 1° Dans la Communication que j'ai faite le 11 décembre 1882, j'ai annoncé que l'inoculation du virus rabique dans le système sanguin offrait le plus souvent des rages paralytiques avec absence de fureur et d'aboiement rabique. Il était présumable que dans ces conditions le virus rabique devait se fixer et se multiplier, tout d'abord, dans la moelle. En sacrifiant des chiens au moment des premiers symptômes de paralysie et en étudiant ensuite, comparativement, les virulences de la moelle, principalement au renflement lombaire, et la virulence du bulbe, nous avons reconnu que la moelle pouvait être rabique, alors que le bulbe ne l'était pas encore.

» 2° Nous avons démontré antérieurement que, dans les cas de rage, le virus rabique avait son siège dans l'encéphale et dans la moelle. Nous l'avons recherché plus récemment dans les nerfs proprement dits et dans les glandes salivaires. Nous avons pu donner la rage par des portions du nerf pneumogastrique, recueillies soit à son origine, à la sortie du crâne, ou en des points plus éloignés. Les nerfs sciatiques nous ont offert également le virus ainsi que les glandes maxillaires, parotides et sublinguales. Tout le système nerveux du centre à la périphérie est donc susceptible de cultiver le virus rabique. On se rend compte de la surexcitation nerveuse qui se manifeste dans une foule de cas de rage, et qu'on voit se traduire si souvent chez l'homme par l'étrange symptôme de l'aérophobie.

» La virulence de la salive et des glandes salivaires a été constatée sur des chiens rendus rabiques par inoculations intracraniennes ou intraveineuses ou sur des chiens de rage dite *spontanée*.

» 3° Nous avions constaté antérieurement que le virus rabique pouvait se conserver, avec toute sa virulence, dans l'encéphale et dans la moelle pendant plusieurs semaines, lorsque la putréfaction des cadavres était empêchée, par une température comprise entre 0° et 12° au-dessus de zéro.

» Nous avons reconnu que le virus enfermé pur dans des tubes scellés à la lampe d'émailleur se conservait également pendant trois semaines et un mois, même aux températures de l'été.

» 4° Nous avons vérifié de nouveau que le virus rabique pouvait exister dans le liquide céphalorachidien, mais que sa présence n'y était pas constante et même que ce liquide pouvait donner la rage, lorsqu'il avait une apparence limpide, tandis qu'il pouvait ne pas la communiquer lorsqu'il était sensiblement opalescent.

» 5° Nous avons fait beaucoup de tentatives de cultures du virus rabique, soit dans ce liquide céphalorachidien, soit dans d'autres substances, et même dans la moelle extraite, à l'état de pureté, d'animaux sacrifiés en pleine santé. Jusqu'à présent, nous n'avons pas réussi. « N'y aurait-il donc » pas de microbe rabique, me disait, à ce propos, au mois de mai dernier, » notre Confrère M. Bouley? — Tout ce que je puis vous assurer, lui répon- » dis-je, c'est que si vous me présentiez un cerveau rabique et un cerveau » sain, je saurais dire, à l'examen microscopique des matières des deux » bulbes : Celui-ci est rabique, celui-là ne l'est pas. Tous deux offrent en » nombre immense des granulations moléculaires, mais le bulbe rabique » en montre de plus fines, de plus nombreuses, et l'on est tenté de croire » à un microbe d'une petitesse infinie, n'ayant ni la forme de bacille, ni

» celle d'un microcoque étranglé : ce sont comme de simples points.

» Une seule méthode nous a permis, quant à présent, d'isoler ces granulations de tous les autres éléments de la matière nerveuse. Cette méthode consiste à injecter dans les veines d'un animal rabique, au moment où l'asphyxie commence, du virus pur emprunté au bulbe d'un animal mort de rage. En très peu d'heures, soit que les éléments normaux de la matière nerveuse se fixent dans les capillaires, ou que plutôt le sang les digère, il ne reste dans ce dernier fluide que les granulations infiniment petites dont nous venons de parler. En outre, dans ces conditions toutes particulières, on peut les rendre colorables aisément par les couleurs dérivées de l'aniline ([1]).

» Au sujet du sang des rabiques, dans une circonstance, nous avons pu communiquer la rage à un chien à l'aide du sang d'un lapin mort de rage. Nous reviendrons sur ce fait d'une grande importance.

» Une question nous a beaucoup occupés.

» On sait que, le plus souvent, le chien mordu, s'il devient enragé, manifeste de la fureur avec propension à mordre et avec cet aboiement spécial qu'on désigne sous le nom d'*aboiement rabique*. Dans les conditions habituelles de nos expériences, lorsque nous inoculons le virus rabique dans une veine ou dans le tissu cellulaire, sous la peau, c'est la rage paralytique, sans aboiement ni fureur, qui se manifeste ordinairement. La trépanation, au contraire, donne le plus souvent la rage furieuse. Nous avons reconnu qu'il était possible d'obtenir la rage furieuse par l'inoculation intraveineuse ou hypodermique, à la seule condition de se servir de très petites quantités de virus. Moins on emploie de virus pour les inoculations hypodermiques ou intraveineuses, plus facilement on obtient la rage furieuse.

» Nous avons reconnu, d'autre part, que l'emploi de petites quantités inoculées peut prolonger beaucoup la durée des incubations et qu'en poussant la dilution au delà d'une certaine limite, qui n'est pas très élevée, l'inoculation du virus est sans effet. L'intérêt de ces conclusions m'engage à donner ici les détails de deux expériences.

» Le 6 mai 1883, on inocule, par injection dans la veine du jarret droit de trois chiens, un bulbe rabique délayé dans du bouillon stérilisé : au premier chien, $\frac{1}{2}$ centimètre cube de liquide trouble, au second $\frac{1}{100}$ de cette quantité; au troisième $\frac{1}{200}$.

» Dès le dixième jour, le premier chien n'a plus son appétit ordinaire; le dix-huitième

---

([1]) Nous n'avons pas encore les preuves définitives que ces granulations soient bien le microbe rabique. Nous sommes occupés à les réunir.

our, il est complètement paralysé et meurt deux jours après, sans avoir eu d'aboiement ni d'envie de mordre. Le second chien mange encore le trente-septième jour après l'inoculation; le trente-huitième, il a des allures suspectes; le trente-neuvième, il a la voix rabique; le lendemain on le trouve mort. Le troisième chien n'a pas pris la rage.

» Dans une autre expérience, on a inoculé dans une veine du jarret, à un premier chien, 1cc de matière rabique délayée dans du bouillon stérilisé; à un deuxième chien, $\frac{1}{20}$ de cette quantité; à un troisième chien $\frac{1}{50}$.

» Les durées d'incubation ont été de sept jours, de vingt jours, de vingt-cinq jours. En outre, les deux premiers chiens ont eu une rage paralytique, et le troisième une rage furieuse, aboyeuse et mordeuse.

» Nous avons vérifié que, lorsque les petites quantités n'ont pas donné la rage, l'animal a été susceptible de la prendre par de nouvelles inoculations ultérieures de virus rabique.

» En d'autres termes, les inoculations de petites quantités n'ont pas créé d'immunité.

» 6° Dans ma précédente lecture sur la rage, j'ai fait savoir que nous avions rencontré chez le chien des cas de disparition des premiers symptômes rabiques avec reprise du mal assez longtemps après. Nous avons depuis reconnu l'existence de ce fait chez les lapins. En voici un exemple : Un lapin est pris de paralysie rabique treize jours après la trépanation. Les jours suivants, il se guérit complètement; la paralysie reprend quarante-trois jours après et il meurt rabique le quarante-sixième jour.

» 7° Ces faits sont cependant fort rares chez le lapin comme chez le chien, mais nous les avons vus se produire un grand nombre de fois chez les poules, et dans cette espèce la mort peut suivre la reprise du mal ou ne pas avoir lieu, comme nous en avons signalé un exemple sur le chien dans notre précédente Communication.

» Je ferai observer, en passant, que la poule qui est prise de rage ne nous a jamais offert des symptômes violents. Ces symptômes se manifestent seulement par de la somnolence, de l'inappétence, de la paralysie des membres et souvent une grande anémie, qui se traduit par la décoloration de la crête.

» 8° Nous avons apporté beaucoup de soin à contrôler certaines assertions récentes concernant une atténuation présumée du virus rabique par l'action du froid et également le passage prétendu de la rage de la mère au fœtus.

» Quoique nos expériences sur ces deux points aient été bien plus nombreuses que celles qui ont été invoquées pour les mettre en avant, nous n'avons obtenu que des résultats entièrement négatifs.

» 9° La sûreté d'inoculation de la rage par l'injection intraveineuse du virus dit assez que l'hypothèse du passage de ce virus de la périphérie aux centres nerveux par les nerfs ne peut être considérée comme la seule voie de propagation du virus et que, dans la plupart des cas, tout au moins, l'absorption du virus se fait par le système sanguin.

» A tout prendre cependant, on peut contester cette manière de voir. Pour inoculer le virus rabique dans une veine, il faut un traumatisme, couper la peau et dénuder la veine. Ne pourrait-on pas admettre que le virus introduit dans le système sanguin circulatoire revient aussitôt à la blessure et trouve là, béants, des nerfs ou des vaisseaux lymphatiques. L'expérience suivante supprime absolument cette objection : nous avons, à diverses reprises, inoculé le virus rabique dans une veine de l'oreille, puis aussitôt après on a coupé l'oreille, à l'aide du thermocautère, au-dessous de la piqûre. Dans tous les cas, la rage s'est déclarée. Or le thermocautère ne donne pas de plaie proprement dite. Toute la surface de la partie coupée est brûlée.

» J'ai hâte d'arriver à la partie de cette lecture qui mérite le plus d'attirer l'attention.

» L'Académie n'a pas oublié que la découverte de l'atténuation des virus, jointe aux applications qui en ont été faites à la prophylaxie de plusieurs maladies, a mis en pleine lumière ce fait capital de la production expérimentale possible de divers états de virulence pour un même virus.

» La rage est, par excellence, une maladie virulente. Les effets et la nature de son virus sont entourés de tels mystères, qu'il est naturel de rechercher si le virus rabique serait lui-même susceptible de manifester des virulences variées. L'expérience nous a montré que la réponse à cette question doit être affirmative. A défaut d'autres méthodes qui sont encore à l'étude, nous avons reconnu que le passage d'un virus rabique par les diverses espèces animales permet de modifier, plus ou moins profondément, la virulence de ce virus. Lapins, cobayes, poules, singes, prennent la rage. Lorsque, par des passages successifs, le virus a atteint une sorte de fixité propre à chaque race, la virulence de ces virus est loin d'être la même, et elle diffère sensiblement de la virulence de la rage canine, virulence fixée elle-même par les nombreux passages de chien à chien par morsures depuis un temps immémorial. Dans ma pensée, il n'y a pas de rage spontanée.

» Nous possédons présentement un virus qui donne la rage au lapin, en sept et huit jours, avec une constance si grande qu'on peut assigner, à

quelques heures près, pour ainsi dire, la durée de l'incubation, mesurée par un changement dans la température ou par l'apparition des premiers symptômes rabiques extérieurs. Nous possédons également un virus rabique qui donne la rage aux cobayes en cinq et six jours avec non moins de certitude dans la durée de l'incubation.

» Avant d'arriver à la fixité dont je parle pour les diverses espèces animales, la virulence varie sans cesse. Nous jugeons que, pour une même espèce, la virulence est en raison inverse du nombre des jours d'incubation, lorsque toutes choses sont égales d'ailleurs et que, notamment, la proportion du virus inoculé est aussi égale que possible pour un même mode d'inoculation. En général, chez les jeunes animaux, la durée de l'incubation est un peu plus courte que chez les adultes.

» Comme on ignore absolument l'état que prendrait le virus rabique du chien communiqué à l'homme après des passages successifs d'homme à homme, nous avons été conduits à essayer la rage de singe à singe.

» Je communiquerai plus tard les résultats de cette étude, fort digne d'intérêt, mais encore inachevée.

» J'ai déjà annoncé qu'il existait dans mon laboratoire quelques chiens réfractaires à la rage pour tous les modes d'inoculation. Je puis ajouter aujourd'hui qu'ils sont réfractaires également pour toutes les natures de virus rabique. Toutefois, à l'époque de ma dernière lecture à l'Académie concernant la rage, nous avions dû, par l'insuffisance de nos observations à ce moment, nous poser la question de savoir si ces chiens étaient naturellement réfractaires à la rage, ou réfractaires par quelque circonstance des opérations qu'ils avaient subies antérieurement.

» Nous pouvons aujourd'hui faire à ces questions des réponses plus précises, quoique entourées encore de certaines réserves.

» Je me crois autorisé à affirmer que nos chiens n'étaient pas réfractaires à la rage par leur constitution naturelle. Nous avons, en effet, trouvé le moyen, assez pratique, d'obtenir des chiens réfractaires à la rage, en nombre aussi grand qu'on peut le désirer. Cependant, en considération de la grande durée possible des incubations de la rage qui jette toujours quelque doute sur les épreuves de contrôle, je prie l'Académie de vouloir bien pour un temps faire crédit à cette assertion et permettre, en outre, que je me borne à lui dire actuellement que l'état réfractaire est obtenu par un système d'inoculations de virus de divers ordres. Nous possédons en ce moment vingt-trois chiens qui subissent encore sans danger des inoculations virulentes.

» Pouvoir rendre des chiens réfractaires à la rage, ce serait non seulement

une solution de la question de la prophylaxie de cette affection chez le chien, mais encore chez l'homme, puisque l'homme ne contracte jamais la rage qu'à la suite d'une morsure dont le virus provient directement ou indirectement du chien.

» La Médecine humaine ne pourra-t-elle pas profiter de la longue durée d'incubation de la rage pour tenter d'établir dans cet intervalle de temps, avant l'éclosion des premiers symptômes rabiques, l'état réfractaire des sujets mordus? Mais, avant la réalisation de cette espérance, un long chemin reste encore à parcourir. »

STATIQUE CHIMIQUE. — *Sur les équilibres entre les acides chlorhydrique et fluorhydrique;* par MM. **Berthelot** et **Guntz.**

« Les acides fluorhydrique et chlorhydrique peuvent se déplacer réciproquement, en raison de la formation des fluorhydrates de fluorures, tant dans l'état anhydre que dans l'état hydraté : c'est ce qui résulte de notre dernière Communication. Nous avons établi également que ce sel est dissocié partiellement par l'eau qui le dissout, les proportions réelles d'acide et de fluorure combinés variant suivant l'excès relatif de ces deux composants. Nous allons montrer aujourd'hui que les degrés divers de dissociation du fluorhydrate règlent les équilibres entre les deux hydracides eux-mêmes. Toute cette démonstration est la même que celle qu'a donnée l'un de nous pour les déplacements réciproques et les équilibres entre les acides sulfurique et chlorhydrique (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 638). Dans un cas comme dans l'autre, elle est fondée sur l'existence du sel acide (bisulfate, fluorhydrate), sur sa prépondérance thermique, enfin sur sa dissociation partielle par le dissolvant.

» Quatre composants interviennent ici. Faisons-les varier un à un. Voici d'abord les chiffres observés : les déductions seront présentées ensuite.

» 1° *Excès de fluorure alcalin :*

| | Cal |
|---|---|
| $HCl\,(1^{éq} = 2^{lit}) + KF\,(1^{éq} = 2^{lit})$, vers 8°... | — 2,18 |
| » $+ 2KF$.................. | — 2,65 |
| » $+ 4KF$.................. | — 2,60 |

» 2° *Excès de chlorure alcalin :*

| | Cal |
|---|---|
| $HF\,(1^{éq} = 2^{lit}) + KCl\,(1^{éq} = 2^{lit})$.......... | + 0,17 |
| » $+ 2KCl$.................. | + 0,25 |
| » $+ 4KCl$.................. | + 0,34 |

» 3° *Excès d'acide fluorhydrique :*

| | Cal |
|---|---|
| $KCl(1^{éq} = 2^{lit}) + HF(1^{éq} = 2^{lit})$ ........... | + 0,17 |
| » $+ 2HF$ .................... | + 0,21 |

» 4° *Excès d'acide chlorhydrique :*

| | Cal |
|---|---|
| $KF(1^{éq} = 2^{lit}) + HCl(1^{éq} = 2^{lit})$ .......... | − 2,18 |
| » $+ 2HCl$ .................. | − 2,32 |
| » $+ 4HCl$ .................. | − 2,30 |

» La différence des chaleurs de neutralisation des acides chlorhydrique et fluorhydrique étendus par la potasse est égale à − 2,35 dans les conditions de ces expériences.

» Examinons maintenant les prévisions théoriques et comparons-les aux données expérimentales, en commençant par les cas limites, où la présence d'un excès de l'un des composants tend à assurer la saturation de son antagoniste, aussi complète du moins qu'elle peut l'être, en tant que compatible avec la présence du dissolvant.

» En présence d'un excès de fluorure, l'acide chlorhydrique tend à se changer presque entièrement en chlorure; ce corps n'étant pas décomposable par l'eau, tandis que l'acide fluorhydrique donne naissance au fluorhydrate de fluorure, tel qu'il peut exister, indépendamment du chlorure de potassium, dans les dissolutions.

» Cette déduction théorique est confirmée par les chiffres obtenus. En effet, le changement total du fluorure neutre en chlorure équivalent absorberait $-2^{Cal},35$. La transformation de l'acide fluorhydrique devenu libre en fluorhydrate absorbe en outre −0,36; soit en tout −2,71. Or ce chiffre ne s'écarte pas sensiblement du nombre observé avec un excès d'acide, soit −2,60; surtout, si l'on tient compte de l'inégalité des dilutions. Au-dessous de $2^{éq}$ de fluorure, la liqueur d'ailleurs n'en renferme plus assez pour qu'il soit transformé entièrement en fluorhydrate de fluorure : nous y reviendrons.

» 2° En présence d'un excès de chlorure alcalin, l'acide fluorhydrique tend réciproquement à se changer en fluorhydrate de fluorure; terme que la réaction ne saurait dépasser, d'après les calculs fondés sur la production des sels séparés de l'eau. Cette formation, si elle parvenait au degré de combinaison le plus avancé qui fût compatible avec la présence du dissolvant et avec celle d'un grand excès d'acide fluorhydrique, dégagerait $+2,35 - 0,78 = +1^{Cal},57$. Mais elle est empêchée d'atteindre ce

terme, à cause de la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fluorure neutre qui se produit toujours, car il résulte de la dissociation du sel acide par le dissolvant. De là un équilibre entre diverses actions simultanées.

» Le chiffre maximum observé, soit $+0,34$, répond à la décomposition réelle de $\frac{1}{5}$ d'équivalent de chlorure, avec formation de fluorhydrate : or nous établirons tout à l'heure que c'est là précisément le chiffre prévu et calculé par la théorie. On voit par là combien la dissociation du fluorhydrate est avancée dans sa dissolution aqueuse.

» 3° En présence d'un excès d'acide fluorhydrique, les nombres observés varient lentement ($+0,17$ à $+0,21$); sans doute parce qu'il faut tout d'abord un grand excès de cet acide pour permettre à une certaine fraction de fluorhydrate réel de subsister en présence de l'eau. Les nombres ci-dessus accuseraient la décomposition de $\frac{1}{8}$ ou de $\frac{1}{10}$ de chlorure : ce qui répond encore aux calculs théoriques.

» 4° En présence d'un excès d'acide chlorhydrique, nous réalisons, au contraire, le déplacement à peu près total de l'acide fluorhydrique : résultat prévu par la théorie, à cause de la stabilité du chlorure et de la dissociation du fluorhydrate.

» Les cas limites étant ainsi définis, examinons les résultats intermédiaires.

» Si l'on abaisse le fluorure neutre au-dessous de la proportion de $2^{éq}$ pour $1^{éq}$ d'acide chlorhydrique, ce dernier corps ne peut plus être changé entièrement en chlorure, parce qu'il décompose seulement le fluorure neutre et non le fluorhydrate ; une partie de l'acide chlorhydrique reste donc libre. A équivalents égaux, il semble que l'on devrait obtenir le déplacement de la moitié seulement de l'acide fluorhydrique, avec formation de fluorhydrate de fluorure, conformément à l'équation

$$2HCl + 2KF = KCl + KF, HF + HCl.$$

» Mais le fluorhydrate de fluorure ainsi formé ne peut subsister en totalité en présence de l'eau : il se dissocie en partie, et même pour une fraction très considérable, car la proportion relative subsistante passe de 2 parties à 5 parties sous l'influence d'un excès d'acide fluorhydrique, ainsi que nous l'avons démontré dans une Note précédente. Cela étant établi, les liqueurs renferment une dose considérable de fluorure neutre, qui est attaqué par l'acide chlorhydrique libre, en produisant une nouvelle dose de chlorure neutre et d'acide fluorhydrique, lequel tend de

son côté à accroître la stabilité du fluorhydrate subsistant et, par conséquent, à en augmenter la proportion.

» Ce changement donnerait lieu seulement à une absorption de $-2,72$ pour $2KF$; et pour $1 KF$, de $-1,34$, si tout le fluorhydrate subsistait. Mais le dernier sel est en partie dissocié par l'eau, en acide fluorhydrique et fluorure neutre, lesquels constituent, avec le fluorhydrate subsistant, un système en équilibre. L'addition d'un excès d'acide chlorhydrique modifie cet équilibre, attaque le fluorure neutre résultant de la dissociation, lequel tend à se changer en fluorhydrate de fluorure et acide fluorhydrique, par suite de la production d'une certaine dose de chlorure de potassium. La proportion du fluorhydrate de fluorure dans la liqueur est ainsi accrue, et cela d'autant plus que la stabilité de ce sel est augmentée par la présence d'une certaine dose d'acide fluorhydrique libre.

» La nouvelle réaction absorbe encore de la chaleur. Or, on peut évaluer cette dernière jusqu'à un certain point, d'après les expériences faites sur le fluorhydrate pur, mis en présence d'un excès de son propre acide. Ces expériences, en effet, tendent, nous l'avons montré, à faire admettre que la proportion du sel acide compatible avec le dissolvant, indépendamment de toute autre réaction, passe de 2 à 5 parties, sous l'influence d'un grand excès d'acide. En admettant que le dernier degré marque le terme supérieur de la décomposition du fluorhydrate par l'eau, nous devrons admettre réciproquement que les $\frac{4}{5}$ du fluorure primitif seront décomposés par l'acide chlorhydrique, agissant à équivalents égaux sur le fluorure. L'absorption de la chaleur correspondante sera dès lors

$$-2,75 \times \tfrac{4}{5} = -2,18.$$

» C'est exactement le nombre fourni par l'expérience.

» Réciproquement, l'acide fluorhydrique, agissant à équivalents égaux sur le chlorure de potassium, doit donner naissance à $\frac{1}{5}$ d'équivalent de fluorhydrate apparent, ce qui dégage

$$\tfrac{1}{5}(+2,35-0,78) = +0,16,$$

chiffre également conforme à l'expérience $(+0,17)$.

» Mais, si l'on augmente le chlorure alcalin ou l'acide fluorhydrique, la dose du fluorhydrate possible croîtra peu à peu, quoique plus lentement que la simple proportionnalité, à cause de l'accroissement de dissociation produit par la dose de l'eau qui croît simultanément.

» La théorie est donc pleinement vérifiée, jusque dans ses conséquences numériques.

» Ainsi, dans tous les cas, il se produit un équilibre entre l'acide chlorhydrique et l'acide fluorhydrique, opposés dans leurs sels de potassium, et cet équilibre est réglé par la formation du fluorhydrate de fluorure et par sa stabilité propre, c'est-à-dire par le degré constaté de sa dissociation en présence de l'eau. La stabilité du chlorure de potassium simplifie d'ailleurs les phénomènes.

» S'il s'agissait d'un acide antagoniste susceptible de former aussi plusieurs sels en présence des bases, parmi lesquels des sels acides dissociables, tels que les bioxalates, ou les bitartrates et même les biacétates, il faudrait tenir compte de cette circonstance. Il faudrait aussi tenir compte de la décomposition partielle par l'eau des sels neutres des acides faibles, tels que les cyanures et même les acétates.

» Mais la théorie se suffit toujours à elle-même; nous voulons dire qu'elle règle la statique des réactions salines, sans recourir à des coefficients affinitaires mystérieux et variables en fait avec les couples d'acide que l'on oppose, en un mot, sans invoquer d'autres données que celles qui peuvent être fournies par les seules mesures thermochimiques. »

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Considérations générales sur la distribution des plantes en Tunisie et sur leurs principales affinités de Géographie botanique.* Note de M. **E. Cosson**.

« Le nombre des plantes qui, à la fin du siècle dernier, avaient été signalées en Tunisie par Desfontaines et Vahl, les premiers botanistes qui aient exploré le pays, était inférieur à 300. Les collections formées depuis 1850 par MM. d'Escayrac de Lauture, Espina, L. Kralik, Duveyrier, Dr Lagrange, Doûmet-Adanson, de Tchihatchef, Dr André, J. Ball, Dr Claudot, Roux, Dr J. Reboud, Durègne [1], etc., collections dont j'ai fait l'étude attentive, avaient porté ce nombre à 1400. En 1883, une Mission composée de MM. E. Cosson, Doûmet-Adanson, A. Letourneux, V. Reboud, et à laquelle avaient été adjoints MM. G. Barratte, E. Bonnet et Cl. Duval, a été chargée par M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts de l'exploration botanique du nord de la Régence, et par ses recherches,

[1] Ceux de ces botanistes auxquels la flore doit le plus grand nombre d'espèces et les constatations les plus importantes sont MM. Espina, L. Kralik, Doûmet-Adanson, Dr André, Roux, Dr J. Reboud.

sur près de $1500^{km}$, elle a ajouté 380 espèces au catalogue de la flore, ce qui en porte le chiffre actuel à 1780. Sur les espèces constatées par la Mission, cinq seulement sont nouvelles pour la science (¹) : *Scabiosa farinosa, Centaurea Kroumirensis, Onopordon Espinæ, Aristida Aristidis, A. Tunetana*; mais l'intérêt des recherches de la Mission consiste bien moins dans le nombre des espèces nouvelles pour le pays ou pour la science que dans l'importance des documents recueillis sur la distribution des espèces, dont la plupart ont été vues à plusieurs ou à de nombreuses localités.

» Dans le nord de la Tunisie, de Bizerte à El-Djem, les plantes constatées, à l'exception d'une cinquantaine d'espèces seulement, sont également connues en Algérie (²).

» L'étroite affinité de la flore de la Tunisie avec celle de l'Algérie est également démontrée par le rapport entre le nombre des Dicotylées et celui des Monocotylées, et par l'ordre des familles principales rangées d'après

---

(¹) J'ai fait remarquer ailleurs (Grisebach, *La végétation du globe*, traduction annotée par M. de Tchihatchef [1877], t. II, p. 156) que sur la partie de la côte africaine explorée jusqu'à ce jour la flore présente d'autant moins de plantes spéciales que l'on s'avance de l'ouest à l'est : ainsi c'est le Maroc qui offre le plus grand nombre d'espèces endémiques, puis viennent l'Algérie, la Tunisie, la Tripolitaine, la Cyrénaïque et enfin l'Égypte, presque dépourvue de plantes spéciales réellement autochtones. Cette réduction dans le nombre des espèces spéciales, de l'ouest à l'est, sur la côte africaine s'explique par la faible altitude des reliefs montagneux de la Tunisie et par l'absence de véritables montagnes dans la Tripolitaine, la Cyrénaïque et l'Égypte, tandis qu'au Maroc la chaîne de l'Atlas atteint sur de nombreux points jusqu'à $4000^{m}$ et qu'en Algérie, dans les massifs de l'Aurès, des Babor, du Djurdjura, du Djebel Ksel, les sommets offrent des altitudes de $2000^{m}$ à $2300^{m}$. Elle a aussi pour cause la nature alluvionnaire de la plus grande partie des plaines de la Tunisie, de la Tripolitaine, de la Cyrénaïque et de l'Égypte. — Dans la région méditerranéenne de l'Europe, au contraire, la flore est très différente dans la partie occidentale et dans la partie orientale du bassin, et dans la péninsule ibérique, en France, en Italie, en Dalmatie, en Grèce, en Roumélie, le nombre des espèces spéciales qui s'y rencontrent imprime à la végétation de chacune de ces contrées un caractère particulier bien tranché.

(²) D'après les collections formées par M. L. Kralik, en 1854, dans le sud de la Tunisie, la distribution des plantes y est soumise aux mêmes lois que dans le nord de la Régence : ainsi, sur le total des 563 plantes recueillies à Gabès et dans l'île de Djerba, il n'y a qu'une vingtaine d'espèces qui n'aient pas été rencontrées dans le Sahara algérien, et sur ces espèces il n'y en a que 8 qui paraissent propres à la partie méridionale de la Régence, 14 autres se retrouvant en Orient. Sur ces dernières, 9 sont surtout littorales et ne trouvent pas, par cela même, dans le Sahara algérien les conditions nécessaires à leur développement; elles appartiennent toutes à la flore de l'Egypte. (*Voir* l'Introduction du *Sertulum Tunetanum*, par MM. E. Cosson et L. Kralik, publié dans le *Bulletin de la Société botanique de France*, 1857, t. IV, p. 950.)

le nombre des espèces qu'elles renferment ([1]). En effet, si l'on considère les plantes connues en Tunisie au point de vue de leur classification en familles naturelles, on trouve que le nombre des Dicotylées est de 1436, celui des Monocotylées de 317, et celui des Cryptogames vasculaires de 27. — Les familles principales, rangées d'après leur importance relative, donnent le Tableau suivant :

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Composées | 232 |
| 2. | Légumineuses | 211 |
| 3. | Graminées | 175 |
| 4. | Ombellifères | 91 |
| 5. | Crucifères | 79 |
| 6. | Labiées | 62 |
| 7. | Caryophyllées | 50 |
| 8. | Scrofulariacées | 48 |
| 9. | Salsolacées | 38 |
| 10. | Liliacées | 37 |
| 11. | Borraginées | 36 |
| 12. | Rubiacées | 33 |
| 13. | Renonculacées | 31 |
| 14. | Cypéracées | 31 |
| 15. | Euphorbiacées | 29 |
| 16. | Cistinées | 26 |
| 17. | Géraniacées | 22 |
| 18. | Paronychiées | 20 |
| 19. | Crassulacées | 19 |
| 20. | Rosacées | 19 |
| 21. | Orchidées | 18 |
| 22. | Convolvulacées | 17 |
| 23. | Polygonées | 17 |
| 24. | Joncées | 16 |
| 25. | Fougères | 16 |
| 26. | Malvacées | 15 |
| 27. | Plombaginées | 15 |
| 28. | Plantaginées | 14 |
| 29. | Orobanchées | 13 |
| 30. | Solanées | 12 |
| 31. | Résédacées | 11 |
| 32. | Papavéracées | 10 |
| 33. | Urticées | 10 |
| 34. | Fumariacées | 9 |
| 35. | Valérianées | 9 |
| 36. | Primulacées | 9 |
| 37. | Asparaginées | 9 |
| 38. | Iridées | 9 |
| 39. | Linées | 8 |
| 40. | Hypéricinées | 8 |
| 41. | Gentianées | 8 |
| 42. | Conifères | 8 |
| 43. | Rutacées | 7 |
| 44. | Zygophyllées | 7 |
| 45. | Rhamnées | 7 |
| 46. | Onagrariées | 7 |
| 47. | Dipsacées | 7 |
| 48. | Campanulacées | 7 |
| 49. | Potamées | 7 |
| 50. | Frankéniacées | 7 |
| 51. | Ficoïdées | 6 |
| 52. | Lythrariées | 6 |
| 53. | Asclépiadées | 6 |
| 54. | Amarantacées | 6 |
| 55. | Cupulifères | 6 |
| 56. | Tamariscinées | 5 |
| 57. | Térébinthacées | 5 |
| 58. | Caprifoliacées | 5 |
| 59. | Thyméléacées | 5 |
| 60. | Salicinées | 5 |
| 61. | Characées | 5 |
| 62. | Capparidées | 4 |
| 63. | Cucurbitacées | 4 |
| 64. | Éricacées | 4 |
| 65. | Oléacées | 4 |
| 66. | Verbénacées | 4 |

([1]) Ces rapports démontrent également que l'état des connaissances déjà acquises sur la flore de la Tunisie est sensiblement le même que pour l'Algérie, et que l'exploration des

On ne retrouve pas en Tunisie les régions botaniques (Région Méditerranéenne, Région des Hauts-Plateaux, Région Saharienne) si nettement tranchées en Algérie, les grandes chaînes de montagnes parallèles à la côte qui, en Algérie, limitent ces régions ne s'y prolongeant pas, et les reliefs montagneux, d'une altitude beaucoup moindre, y étant irrégulièrement distribués et ne formant pas un réseau continu. — Ce n'est que dans les plaines élevées et sur les pentes de la région des Hamada, vers Kessera et entre Kessera et Souk-el-Djema, que l'on rencontre un certain nombre des espèces qui, en Algérie, caractérisent la Région des Hauts-Plateaux. — La flore de la Région Montagneuse n'est représentée aussi que par un nombre d'espèces bien réduit, en raison de la faible altitude des reliefs. — Les limites de la Région Saharienne ne sont pas non plus nettement déterminées; en effet, un grand nombre d'espèces qui, en Algérie, sont confinées dans cette région remontent jusque vers Kerouan, Aïn-Cherichira et l'Oued Marguelil, c'est-à-dire à environ un degré au nord de Sfax, limite septentrionale, sur le littoral, de la zone où le Dattier est cultivé en grand pour ses fruits, et plusieurs d'entre elles se rencontrent dans les dunes du littoral, jusque vers Hammamet, Hammam-el-Lif et même à Bizerte (1).

» Le nombre des espèces sahariennes qui remontent vers le nord en dehors de la région saharienne est de 89, tandis que celui des espèces qui jusqu'ici n'ont pas été observées en dehors de cette région est de 110. Cette extension vers le nord d'espèces propres en Algérie à la Région Saharienne s'explique, comme on l'a dit plus haut, par l'absence d'un relief continu dirigé, comme en Algérie, du sud-ouest au nord-est; elle a aussi pour cause l'influence maritime qui se fait sentir dans presque toute l'étendue du nord de la Tunisie et qui, donnant au climat un caractère plus uniforme et plus tempéré, permet ainsi aux plantes qui craignent le froid, sans demander une très grande somme de chaleur, de remonter vers le nord, comme le font en France, sur la côte occidentale, un certain nombre d'espèces qui, de la région de l'Olivier, atteignent le littoral des départements de l'ouest et même de ceux du nord. La côte étant généralement

localités qui jusqu'ici n'ont pas été l'objet de recherches botaniques sérieuses permettra de donner prochainement, dans un travail d'ensemble, le tableau presque complet de la végétation de la Régence.

(1) M. Doûmet-Adanson avait déjà constaté (Grisebach, *La végétation du globe*, traduction annotée par M. de Tchihatchef, 1877, t. II, p. 143) qu'un certain nombre de plantes sahariennes remontent vers le nord, jusqu'à la base de la presqu'île du Cap Bon et le sud du Djebel Zaghouan.

sablonneuse et basse, il en résulte qu'un grand nombre des espèces littorales sont communes à la partie septentrionale et à la partie orientale de la Régence, où elles trouvent les mêmes conditions pour leur développement.

» Parmi les espèces du bassin oriental de la Méditerranée manquant en Algérie et existant dans le nord de la Tunisie, il est important de noter que plusieurs d'entre elles (1) ont leur centre principal de végétation dans les parties les plus orientales du bassin méditerranéen, en Grèce, dans l'Archipel, l'Égypte, l'Asie-Mineure et même dans l'Arabie, la Perse, etc.

» En raison de la position géographique de la Tunisie, on y trouve un certain nombre d'espèces italiennes et siciliennes manquant à l'Algérie. La présence en Tunisie de ces plantes est la confirmation de la loi que nous avons formulée, et d'après laquelle, dans la partie occidentale de la Région Méditerranéenne du continent africain, les influences selon la longitude jouent un rôle très important dans la distribution des végétaux (2).

» L'abondance, en Kroumirie, des condensations pluviales provenant des évaporations de la Méditerranée, qui y détermine la formation de sources, même à des altitudes déjà assez fortes, y amène l'association d'un certain nombre d'espèces propres en Algérie à la Région Montagneuse inférieure et moyenne avec des plantes essentiellement palustres qui, en Algérie, n'existent que dans les plaines humides entre La Calle et Bône.

» Dans ce court résumé des faits principaux de Géographie botanique, je me suis borné à indiquer les caractères généraux de la végétation et de ses affinités, me proposant d'en présenter un tableau plus complet dans le *Catalogue raisonné de la flore de la Tunisie*, en cours d'exécution. »

ALGÈBRE. — *Sur les quantités formant un groupe de nonions analogues aux quaternions de Hamilton.* Note de M. Sylvester.

« Avant de considérer l'équation $xy = yx$, il importe d'avoir une idée nette d'une certaine classe de matrices que je nomme *privilégiées* ou *déroga-*

(1) L'*Hypericum crispum*, qui n'existe pas en Algérie, et que nous avons observé presque partout de Tabarque à Mehedia, est une plante réellement infestante en Tunisie, bien que son aire réelle de végétation s'étende de la Sicile à l'Asie-Mineure et à la Palestine.

(2) Le *Festuca unioloides* (*Poa Sicula*) qui croît en Sardaigne, en Calabre, en Sicile et à Malte, qui, en Algérie, n'a encore été vu qu'à Djidjelli, et qui n'était indiqué en Tunisie qu'à Porto-Farina, où Vahl l'a découvert, est une plante vulgaire sur les points de la côte nord, ainsi que sur la plupart de ceux de la côte orientale que nous avons visités.

*toires*, en tant qu'elles dérogent à la loi générale que toute matrice est assujettie à satisfaire à une équation identique dont le degré ne peut pas être moindre que l'ordre de la matrice.

» Les matrices dérogatoires sont justement celles qui satisfont à une équation d'un ordre inférieur à leur ordre propre; on peut les nommer *simplement, doublement, triplement, ... dérogatoires*, selon que le degré de l'équation identique à laquelle elles satisfont diffère par une, deux, trois, ... unités du degré minimum ordinaire.

» Pour le cas des matrices du deuxième ordre, il n'y a que les *scalars* $\begin{matrix} a & 0 \\ a & a \end{matrix}$ qui soient dérogatoires.

» Pour le cas des matrices du troisième ordre, en écartant les *scalars* de la forme $\begin{matrix} a & 0 & 0 \\ 0 & a & 0 \\ 0 & 0 & a \end{matrix}$, toute matrice $x$ dérogatoire peut être ramenée ou à la forme

$$a + b(\varepsilon + \varepsilon^2),$$

où $\varepsilon$ est une matrice qui satisfait à l'équation $\varepsilon^3 = 1$, c'est-à-dire une matrice dont les racines latentes sont $1$, $\rho$, $\rho^2$, ou à la forme

$$a + b(1 + \varepsilon + \varepsilon^2)\zeta,$$

où

$$\varepsilon^3 = 1, \quad \zeta^3 = 1 \quad \text{et} \quad \zeta\varepsilon = \rho\varepsilon\zeta,$$

$\rho$ signifiant une racine cubique primitive de l'unité. Dans le premier cas,

$$x^2 - (2a + b)x + (a^2 + ab - 2b^2) = 0,$$

et dans le second

$$x^2 - 2ax + a^2 = 0,$$

car on trouvera facilement que

$$(1 + \varepsilon + \varepsilon^2)\zeta(1 + \varepsilon + \varepsilon^2)\zeta = 0.$$

» Pour le cas du quatrième ordre, en écartant les scalars et en se bornant au cas où l'équation identique dérogée (vue pour le moment comme une équation ordinaire en $x$) ne contient pas des racines égales, toute matrice $x$ peut être ramenée à l'une ou à l'autre des deux formes suivantes :

$$a + b(\mathrm{U} + \mathrm{U}^3) \quad \text{ou bien} \quad a + b\left(\mathrm{U} + \frac{1 + ki}{1 + i}\mathrm{U}^2 + k\mathrm{U}^3\right),$$

où U est une matrice du quatrième ordre telle que $U^4 + 1 = 0$; $a$, $b$, $k$ sont des scalars arbitraires et $i$ est une racine primitive biquadratique de l'unité; quand, pour la seconde forme $k = 1$, on trouvera qu'il y aura une dérogation double de l'ordre de l'équation satisfaite par $x$, l'équation identique pour $x$ ne sera que du deuxième degré.

» En réservant les détails du calcul, voici le résultat général que j'ai démontré rigoureusement (en m'aidant de la notation des nonions) pour les matrices du troisième degré qui satisfont à l'équation $xy = yx$.

» A moins que $x$ ne soit une matrice privilégiée ou dérogatoire, $y$ sera toujours une fonction rationnelle et entière quadratique de $x$, et de même, à moins que $y$ ne soit privilégiée, $x$ sera une fonction pareille de $y$.

» Il est bien entendu que le caractère dérogatoire d'une seule des deux matrices n'empêche pas qu'elle ne soit une fonction entière et rationnelle quadratique de l'autre. Dans le cas où $x$ et $y$ sont tous les deux dérogatoires, ni l'un ni l'autre ne peut être exprimé comme fonction explicite l'un de l'autre, mais ils seront liés ensemble par une équation linéo-linéaire.

» Il paraît peu douteux qu'une règle semblable doive être applicable à l'équation $xy = yx$, quel que soit l'ordre des matrices $x$ et $y$, sauf quand l'équation qui lie ensemble $x$ et $y$ pourra être d'un degré moindre que l'ordre de chacune d'elles.

» Il est bon de remarquer que nulle matrice ne peut être dérogatoire, sauf pour le cas où il existe des égalités entre ses racines latentes; mais ces égalités peuvent parfaitement subsister sans que la matrice à laquelle elles appartiennent soit dérogatoire. En général, si $x = a + by + cy^2$, on peut, par une formule générale que j'ai déjà donnée, exprimer $y$ sous la forme

$$\alpha + \beta x + \gamma x^2;$$

avec l'aide des racines latentes de $x$, cette formule ne cesse pas en général d'être valable, même pour le cas où $x$ contient des racines égales, en regardant leur différence comme une quantité infinitésimale; seulement le nombre des racines finies subira dans ce cas une diminution; mais, dans le cas où l'équation $xy = yx$ ($x$ étant dérogatoire) mènerait à l'équation

$$x = a + by + cy^2,$$

on trouverait que nulle fonction explicite de $x$ avec des coefficients finis ne peut exprimer le $y$ cherché.

» Il est à peine nécessaire d'ajouter que rien n'empêche, dans le cas où l'un ou l'autre de $x$ et $y$ ou tous les deux sont dérogatoires, qu'on puisse

satisfaire à $xy = yx$, en supposant que $x$ et $y$ soient des fonctions explicites chacune l'une de l'autre : tout ce qu'on affirme, c'est que, dans le cas admis, cette supposition cesse d'être obligatoire; c'est un cas très semblable à ce qui arrive dans le cas de défaut (*failing case*) du théorème de Maclaurin : c'est celui où une variable est une fonction sans pouvoir être développée dans une série de puissances d'une autre variable.

» Dans ce qui précède, on a vu un exemple du fait général que, $m$ étant une matrice donnée, l'équation $\varphi(x, m) = 0$, pour certaines valeurs de $m$, cesse d'admettre la solution ordinaire $x = \mathrm{F}m$.

» Mais il existe encore une classe assez étendue d'équations entre $x$ et $m$ pour lesquelles, quand $m$ prend certaines valeurs, $x$ n'a aucune existence actuelle; par exemple, $m$ étant une matrice *vide* d'un ordre quelconque si $mx = 1$, la matrice $x$ devient inexprimable et n'a, pour ainsi dire, qu'une existence idéale.

» Je citerai encore l'exemple $x^2 = m$, $m$ étant une matrice du deuxième ordre; si les racines latentes de $m$ sont inégales, on trouvera, par la formule générale, quatre valeurs de $x$. Si les deux racines latentes sont égales et finies, ces quatre valeurs se réduisent à deux; mais, si les deux racines sont toutes les deux égales à zéro, il n'y aura aucune valeur de $x$ qui satisfasse à l'équation donnée, c'est-à-dire si $m = \begin{matrix} a & -\frac{a}{k} \\ ka & -a \end{matrix}$; l'équation devient absolument insoluble, ou, si l'on peut s'exprimer ainsi, les quatre racines carrées de $m$ sont toutes idéales.

» Dans le cas supposé, on vérifiera aisément que $m^2 = 0$ et, *vice versa*, toute racine carrée du zéro binomial est de la forme $\begin{matrix} a & -\frac{a}{k} \\ ka & -a \end{matrix}$, de sorte que l'on peut dire qu'une racine carrée quelconque du zéro binomial ne possède pas elle-même des racines algébriques quelconques, ou, en d'autres termes, une racine algébrique quelconque du quaternion $i + \sqrt{-1}\,j$ est purement idéale et n'admet pas d'être représentée sous la forme d'un quaternion. Finalement je remarque que toute matrice est d'un certain ordre et d'une certaine classe; l'ordre, c'est le nombre total de ses racines latentes; la classe, c'est le degré minimum de l'équation latente (c'est-à-dire de l'équation identique à laquelle la matrice satisfait), lequel ne peut être plus petit que le nombre des racines latentes inégales.

» Je dois ajouter (ce que j'aurais dû dire auparavant) que, quand $x$ est une matrice ternaire dérogatoire dont *toutes les racines latentes sont égales*,

l'équation $xy = yx$ peut subsister sans que ni $x$ ni $y$ ne soit une fonction explicite l'un de l'autre, même quand $y$ n'est pas une matrice privilégiée; c'est le cas où, $\varepsilon$ et $\zeta$ faisant partie d'un groupe de nonions élémentaires, on a $x = a + b(1 + \varepsilon + \varepsilon^2)\zeta$. Les calculs sont un peu compliqués pour ce cas spécial, mais je crois ne pas me tromper en faisant cette correction. Le champ de la théorie de la quantité multiple est tellement nouveau et inexploité que, sans les plus grandes précautions, on est toujours en danger de se heurter contre quelque cause imprévue d'incertitude ou même d'erreur. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les principales inventions de G.-A. Leschot.* Note de M. **D. Colladon.**

« J'ai l'honneur de transmettre à l'Académie une courte Notice sur les travaux et les principales découvertes d'un éminent artiste horloger genevois, Georges-Auguste Leschot, décédé le 4 du courant, à l'âge de quatre-vingt-quatre ans.

» C'est à M. Leschot que l'on doit l'invention de l'emploi des fragments de diamants noirs du Brésil (carbonados) pour perforer les roches, invention qui a eu un grand retentissement depuis vingt années et qui a rendu d'importants services à des entreprises de travaux d'exploitation de mines, de carrières ou de tunnels.

» M. Leschot, fils d'un habile mécanicien, Jean-Frédéric Leschot, dont les automates, les oiseaux chanteurs et les membres artificiels destinés à des amputés avaient reçu les éloges de Vaucanson, avait montré dès sa jeunesse une aptitude remarquable pour les travaux les plus délicats de l'horlogerie : il a réussi le premier à mener à bien une entreprise qui avait préoccupé, avant lui, d'habiles horlogers dont les essais n'avaient pu aboutir.

» Cette révolution, dans les procédés de l'exécution des pièces élémentaires qui constituent l'intérieur d'une montre, est aujourd'hui bien constatée par un succès qui s'est confirmé depuis un demi-siècle; elle assure à son premier auteur une place honorable à côté de ses prédécesseurs, Ferdinand Berthoud et Abraham-Louis Breguet, nés en Suisse et devenus plus tard membres de l'Académie des Sciences.

» Avant l'adoption des procédés de M. G. Leschot, aujourd'hui adoptés dans tous les grands centres horlogers, l'exécution des pièces qui constituent l'ensemble mécanique des montres ou chronomètres était l'œuvre d'ouvriers et d'artistes très divers et qui souvent habitaient des localités

éloignées. Aussi ces pièces, formant ce qu'on appelle les *blancs* ou les *mouvements* d'une montre, comprenant celles qui servent de supports immobiles, comme les platines, les ponts, etc., aussi bien que les rouages et les parties mobiles, ne présentaient aucune uniformité absolue; entre deux montres de même système, de même calibre et vendues par le même horloger, il eût été impossible d'échanger des pièces de même nom, car faites, ou au moins retouchées à la main, elles ne pouvaient être absolument identiques.

» Il résultait de là des inconvénients faciles à entrevoir; ainsi, par exemple, si un rouage d'une montre s'égarait ou subissait une avarie, il fallait ordinairement envoyer fort loin la demande d'une pièce remplaçante, et des tâtonnements et un temps assez long pour la réparation.

» C'est à Genève, en 1839, que pour la première fois on a entrepris avec succès d'établir des séries d'outils tellement précis et solidement construits, qu'on pût les employer d'une manière durable à fabriquer toutes les parties d'une montre, sauf la boîte, le cadran, le ressort de barillet et le spiral, d'après des formes et des dimensions tellement identiques, que ces pièces pussent être échangeables, même dans une montre délicate, entièrement finie et pouvant marcher régulièrement. Il est facile de se rendre compte de l'habileté de conception et de l'extrême perfection d'exécution indispensables pour atteindre ce but d'une manière courante et durable.

» On peut aussi présumer la valeur de la dépense première exigée pour établir ces instruments, en réfléchissant qu'il existe des montres pour femmes et pour hommes, de formes et de grandeurs très variées, depuis les calibres de 10 lignes à 11 lignes, jusqu'à ceux de 20 lignes ou plus, et que, pour satisfaire le commerce et les goûts ou besoins variés, il faut adapter les procédés d'exécution à tous ces divers modèles.

» Une honorable et puissante maison genevoise d'horlogerie, la maison Vacheron et Constantin, désirait en 1839 faire cette coûteuse tentative, et, connaissant les travaux remarquables déjà exécutés par M. G. Leschot pour améliorer et fabriquer mécaniquement les échappements à ancre libre pour la montre de poche, elle associa cet habile mécanicien à son entreprise : au bout de peu d'années, le succès était complet.

» En 1844, le professeur Auguste de la Rive, ayant obtenu de l'Académie des Sciences un prix Montyon pour le dorage par l'électricité, consacra les revenus de cette somme à l'institution d'un prix quinquennal pour les découvertes utiles à l'industrie genevoise et ajouta la somme nécessaire pour qu'il pût être adjugé dès 1845. Ce prix fut adjugé, par

l'unanimité des membres du jury, à la maison Vacheron et Constantin et à M. G. Leschot.

» Cette maison a exclusivement adopté, pour ses montres de poche, l'échappement libre à ancre, d'après les principes perfectionnés que M. Leschot avait minutieusement étudiés et exécutés ensuite mécaniquement de 1827 à 1839, avant de faire partie de cette nouvelle association.

» Pendant qu'il dirigeait ces travaux si compliqués, et pour lesquels sa prodigieuse habileté de main-d'œuvre était souvent indispensable, M. Leschot, doué d'une faculté remarquable d'observation, avait reçu de M. Abraham Constantin, peintre du roi Louis-Philippe, à Sèvres et à Rome, des échantillons de porphyre rouge antique. En les examinant à la loupe, M. Leschot fut frappé de l'apparence que présentaient de fines stries parallèles gravées sur ces échantillons; il remarqua que ces stries avaient la netteté de celles qu'un burin d'acier trempé taillerait sur du bronze ou du fer : il en conclut que les stries de ces plaques de porphyre devaient avoir été tracées par des burins d'une substance beaucoup plus dure que le porphyre, probablement par des pointes en diamant.

» Cette supposition lui parut plus admissible lorsque, en 1861, on commença à répandre dans le commerce des diamants amorphes à très bas prix, venus du Brésil, aussi durs que les diamants transparents, mais d'une couleur noirâtre, d'où leur nom de *diamants noirs* ou *carbonados*.

» A cette époque, M. Rodolphe Leschot fils, ingénieur, sorti depuis peu de l'École Centrale des arts et manufactures, était occupé pour le compte de la maison Vitali, Picard et C^ie^, dans la construction des chemins de fer italiens. Ce jeune ingénieur, connaissant les idées de son père sur la possibilité de percer les roches par des outils armés de pointes de diamant noir, le consulta sur la mise à exécution d'un perforateur de ce genre. Ce fut à la suite de ces questions que M. G. Leschot imagina le perforateur à diamant, tel qu'il a été adopté depuis lors.

» C'est un cylindre creux d'acier, de quelques centimètres de diamètre, muni à une extrémité d'une couronne de menus fragments de diamant, fortement sertis dans le métal et placés un peu en saillie. Un mécanisme, qui peut varier, donne à ce tube perforateur un mouvement rapide de rotation autour de son axe de figure, tandis que l'outil est fortement pressé contre la roche à excaver. On obtient ainsi une creusure annulaire, qui peut atteindre un mètre et plus de profondeur, au centre de laquelle subsiste un noyau cylindrique solide, facile à enlever. Depuis vingt-deux ans, cette ingénieuse invention a été employée en bien des pays, surtout en Angle-

terre, en Allemagne et en Amérique, pour de nombreux et importants travaux; on s'en sert encore fréquemment pour des sondages dans les roches dures, jusqu'à $800^m$ et au delà de profondeur.

» Quelques-uns des Membres de l'Académie, et notamment notre honorable Collègue M. Tresca, doivent avoir gardé le souvenir des nombreuses expériences publiques faites à Paris, de juin à novembre 1862, par MM. Rodolphe Leschot fils et son associé M. Ch. Séchehaye, expériences auxquelles ont assisté de très nombreux ingénieurs français ou étrangers, et dans lesquelles on perçait, avec la force d'un homme et en moins d'une heure, dans du granite, des trous cylindriques de $0^m,03$ ou $0^m,04$ de diamètre et de $0^m,35$ à $0^m,40$ de profondeur.

» En février 1872, M. L. Favre, qui se proposait de se présenter comme candidat à l'exécution à forfait du grand tunnel du Saint-Gothard, me demanda de m'occuper avec lui, comme ingénieur-conseil, de cette entreprise et des moyens de perforation. Nous eûmes alors de fréquentes conférences avec MM. G. Leschot père et Ch. Séchehaye, ex-associé de M. Leschot fils, décédé, en vue d'établir, pour le Saint-Gothard, des perforateurs rotatifs à burin de diamant, en concurrence avec les perforatrices à fleurets d'acier et à mouvement rapide de percussion; mais l'invention de perforatrices à percussion, beaucoup plus simples, plus rapides et moins coûteuses que celles qui étaient employées par M. Sommeiller au mont Fréjus, et surtout la subite élévation du prix des diamants noirs, dont la valeur commerciale avait sextuplé depuis 1862, nous fit renoncer à cette tentative.

» L'expérience des vingt dernières années a prouvé que la perforation par le diamant noir réussit mieux pour le creusage vertical des trous de sonde que pour les percements horizontaux, et, malgré l'élévation du prix des diamants noirs, on continue encore dans plusieurs pays à utiliser la méthode Leschot pour les sondages verticaux.

» Depuis la mort de son fils, M. G. Leschot, trop absorbé par ses occupations obligatoires dans la maison d'horlogerie Vacheron et Constantin, n'a pu consacrer son temps à la perforation mécanique : ses brevets ont été exploités en plusieurs pays, sans qu'il ait pu ou voulu poursuivre les contrefacteurs; en définitive, il n'a retiré aucun bénéfice de cette ingénieuse invention, qui subsistera dans l'avenir et qui reprendra une importance nouvelle lorsqu'on découvrira de nouveaux gisements de carbonados.

» Un ingénieur allemand, entrepreneur d'un des tunnels en hélice sur la ligne d'accès du Saint-Gothard, sur les bords de la Reuss, M. Brandt, a adopté la méthode de M. G. Leschot, en donnant à l'appareil des di-

mensions notablement plus grandes et en substituant, à la couronne de diamant, une couronne en pointes d'acier trempé très dur. Sous une pression excessivement énergique, cet outil peut entamer le granite et d'autres roches très dures. On a entrepris, en 1881, le percement de la galerie de l'Arlberg, du côté occidental, par cette machine, qui donne de bons résultats quand la roche n'est pas trop accidentée.

» M. Leschot avait admis, dès l'origine, la possibilité de remplacer, pour certaines roches, les pointes en diamant par des pointes en acier.

» La mort de M. Leschot fils et les occupations multipliées de son père dans la maison d'horlogerie ont été les obstacles qui ont suspendu la suite de ces études par la famille de l'inventeur; l'expiration des termes assignés aux brevets ont mis cette remarquable invention à la libre disposition de tous les entrepreneurs. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Breguet*.

Cette Commission doit comprendre deux Membres appartenant aux Sections de Sciences mathématiques, deux Membres appartenant aux Sections de Sciences physiques, deux Académiciens libres, et le Président en exercice.

Les Membres qui réunissent la majorité des suffrages sont :

Pour les Sciences mathématiques : M. **Bertrand**, M. **Jamin**.
Pour les Sciences physiques : M. **Boussingault**, M. **Daubrée**.
Parmi les Académiciens libres : M. **Lalanne**, M. **Larrey**.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Tresca, Wurtz, de Lesseps.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mouvements de l'air au-dessus d'une dépression et d'un surhaussement barométrique. Schémas déduits des données du travail de* Hildebrand-Hildebrandsson, *intitulé : « Sur la distribution des éléments météorologiques autour des minima et des maxima barométriques »*. Mémoire de M. **A. Poincaré**. (Extrait par l'auteur.)

« Les schémas présentés par nous mettent en lumière les faits suivants, dont plusieurs sont déjà connus.

» Nous supposons une dépression et un surhaussement barométriques occupant deux cercles égaux et tangents. Le minimum, centre du premier cercle, est à Upsal; le maximum, centre du deuxième, est sur la Grèce dans l'un des schémas et sur le Portugal dans l'autre.

» Du sol aux cumulus, l'air se précipite de toutes parts, par des courbes paraboliques, pour combler la dépression, puis court vers le centre en spirale logarithmique, dans le sens commandé aux mouvements centripètes de l'hémisphère boréal. L'afflux à la partie centrale a lieu par le nord et le nord-ouest de la dépression; l'air qui vient ainsi du côté froid rase le sol ou même descend. Celui qui arrive du sud par l'avant va au contraire en s'élevant et surmonte l'afflux septentrional. A la hauteur des cumulus, le mouvement en spirale logarithmique s'étend à tout le cercle de la dépression. A la hauteur des cirrhus, l'appel du centre cesse; l'air du tourbillon pénètre en calotte sphéroïdale, en conservant sa rotation, puis s'échappe par toutes les tangentes, gardant ainsi dans l'ensemble le mouvement en spirale primitif devenu centrifuge. Bientôt les vitesses acquises s'amortissent et les filets passent à l'inflexion inverse, commandée par la rotation terrestre; ils vont ainsi déboucher, par toutes les directions, sur les larges plateaux des hautes pressions, pour combler le vide que laisse leur affaissement continu.

» Du côté du maximum, on voit en effet les filets descendre en s'éloignant et tournant en boucle dans le sens obligé des mouvements centrifuges : ils se dirigent, pour la majeure partie, vers la dépression considérée; pour le surplus, vers une autre qui la suit.

» Le tourbillon de la dépression a son axe curviligne et penché en arrière, légèrement au-dessous des cumulus, fortement au-dessus; l'afflux

d'arrière le pousse par le pied, et le plan de gyration inférieur progresse en se repliant suivant la rotondité de la Terre; dans son mouvement ascensionnel, l'air tend vers l'ouest, puisqu'il gagne des couches où la vitesse de la rotation terrestre est de plus en plus grande. Les cirrhus surtout restent en arrière, parce qu'ils se détachent du tourbillon et ne participent plus à son mouvement propre de translation.

» Le nœud des cirrhus divergents a même déjà été poussé vers le nord par le courant supérieur.

» D'après les directions des cirrhus affluant à la gauche du maximum et émergeant à la droite du minimum, ce courant supérieur marcherait du sud-sud-ouest au nord-nord-est dans le premier schéma, maximum Grèce; du sud-ouest au nord-est dans le deuxième, maximum Portugal.

» Dans les deux cas, la trajectoire de la dépression dévie fortement à droite de ce courant.

» En même temps que, par des transformations successives, le mécanisme du minimum et du maximum conjugués donne ainsi passage à un courant supérieur de la région d'entre sud et sud-ouest à la région d'entre nord et nord-est, il sert, dans l'étage atmosphérique inférieur, à un passage d'air en sens inverse de la région d'entre nord et nord-ouest à la région d'entre sud et sud-est.

» L'angle formé par ces deux courants contraires, ou, si l'on veut, par les directions de ces deux renvois d'air, est plus grand quand le maximum est au sud-ouest du minimum que quand il est au sud-est.

» Si deux cercles sont ainsi sollicités par deux forces se croisant entre leurs centres, le système tend à progresser dans la direction de la résultante, en pivotant sur lui-même, et les deux cercles tournant en sens inverse sur leur centre. Mais, d'après le mode de circulation des filets, la vitesse tangentielle est visiblement plus grande sur le cercle du minimum que sur celui du maximum. Le premier marchera donc sur le second.

» La partie antérieure aspirante de la dépression s'avance au fur et à mesure que l'arrière se comble par le bas et que le centre principal d'appel progresse à une certaine hauteur au-dessus. Au-devant du tourbillon, la divergence des filets fait rapidement le vide sur la tangente commune aux deux cercles, ou, pour parler d'une manière plus générale, sur la ligne neutre perpendiculaire à celle qui joint le minimum et le maximum. C'est donc vers un point de cet axe neutre que le tourbillon précipite incessamment sa marche.

» Dans le même instant, le cercle des hautes pressions, alimenté surtout

par l'ouest, opère en sens contraire un petit mouvement presque parallèlement à la ligne neutre.

» En résumé, dans les limites angulaires où les moyennes de M. Hildebrandsson sont à peu près applicables, la ligne des centres tourne autour d'un de ses points, pris beaucoup plus près du maximum que du minimum.

» Ainsi, n'y eût-il en présence qu'une dépression et un exhaussement barométriques égaux, le maximum jouirait d'une stabilité relative.

» On sait que d'autres causes tendent à assurer, surtout sur les continents, la stabilité des grandes zones de calme et les retours répétés des petites aux mêmes points.

» Si nous appliquons maintenant ces déductions aux diverses situations représentées par les cartes du *Bulletin international*, nous comprendrons mieux, ce nous semble, le balancement des zones de calme, la marche des dépressions, l'inclinaison de leur trajectoire sur celle des courants supérieurs devenant de plus en plus forte à mesure qu'on s'éloigne de l'influence du Gulf-Stream, leurs arrêts et leurs rebroussements exceptionnels, leur scission fréquente, les mouvements rotatoires élevés laissés en arrière, et spécialement le détachement des couronnes de cirrhus, l'appel des dépressions secondaires orageuses par l'avant, la formation des grains froids à l'arrière, les phénomènes qui marquent le passage d'une grande dépression d'un côté à l'autre d'une chaîne de montagnes, l'envoi à une dépression septentrionale, par-dessus une bande de hautes pressions, de mouvements rotatoires par une dépression méridionale à laquelle cette bande barre le chemin, etc.

» Quelle est, chez nous, la puissance et le mode de circulation du courant supérieur, dit équatorial, généralement admis? Dans des conditions moyennes, nous voyons ici des dépressions dont la trajectoire est fortement déviée de la direction de ce courant supérieur par l'effet de ce qu'on pourrait, presque au même titre, appeler un *courant polaire inférieur*. Les échanges rotatoires entre les maxima et les minima sont obligés; le mécanisme figuré par nos schémas peut fonctionner et contribuer à la circulation générale, sans qu'il y ait de courants proprement dits. En dehors de l'action du courant supérieur, une dépression, venue du dehors ou née sous une influence locale, ne peut-elle pas vivre et marcher plus ou moins longtemps?

» Sur tous ces points, on n'arrivera à la certitude qu'en multipliant les observations des vents supérieurs et en les rapportant sur les cartes synoptiques du *Bulletin*. »

MISSION DU CAP HORN. — *Résumé des notes prises au cap Horn, sur l'électricité atmosphérique;* par M. **Lephay**, Lieutenant de vaisseau.

« Aujourd'hui que le classement de nos documents est suffisamment avancé, je puis présenter le résultat des notes que j'ai recueillies au cap Horn, sur les variations du potentiel électrique de l'atmosphère relativement aux divers phénomènes météorologiques. Bien que ces notes doivent être publiées avec les documents de la Mission, j'ai pensé qu'il y aurait intérêt à en donner ici le résumé immédiat.

» L'instrument dont je me servais était l'électromètre Thomson, modifié par M. Mascart. Les moindres variations électriques s'observaient directement au moyen d'une puissante lunette, sur le réticule de laquelle venaient passer les divisions d'une échelle vue par réflexion dans le miroir de l'aiguille en platine. L'électricité de l'atmosphère était recueillie par un mince filet d'eau s'écoulant à l'extrémité d'un long tube en laiton, à $3^m$ au-dessus du sol et dans un endroit bien dégagé, à $24^m$ d'altitude au-dessus du niveau de la mer.

» Dans le même bâtiment, à côté de l'appareil à lecture directe, se trouvait un second électromètre à enregistrement photographique, destiné plus particulièrement à fournir la tension moyenne de chaque mois ou de chaque saison.

» La source électrique était commune aux deux instruments, dont les indications sont ainsi absolument comparables entre elles. La valeur, en éléments Volta, des divisions de l'échelle, ou bien celle des ordonnées de la courbe de l'enregistreur, étaient déterminées chaque quinzaine au moyen d'une petite pile de charge.

» Assez heureux pour posséder, à ses débuts, un appareil aussi sensible que l'électromètre définitivement modifié par M. Mascart, j'ai été naturellement conduit à en étudier les indications, chaque fois que mes autres observations me l'ont permis. Alors, seul ou assisté d'un matelot timonier, je pouvais suivre dans la lunette les variations électriques de l'atmosphère, en même temps que moi-même ou mon aide notions les divers phénomènes extérieurs, tels que la pluie, la neige, le passage des nuages...

» C'est de cette manière qu'ont été obtenues ces notes, qui ne forment réellement qu'une longue série de faits purement d'expérience et dont le physicien et le méréorologiste pourront peut-être faire leur profit.

» Que l'on me permette de citer ici quelques-unes de ces observations :

» *Le* 20 *décembre* 1882, vers 1$^h$ du soir, le vent hâle le sud-sud-ouest et le ciel devient brumeux; de nombreux petits nimbi bas chassent rapidement dans la direction du vent; pluie par intervalles.

» Avec le changement de temps, la tension positive diminue rapidement et devient bientôt négative. A chaque masse de nimbus qui passe au zénith, l'instrument dévie plus fortement vers l'extrémité négative de l'échelle. La tension négative ne cesse de croître, depuis l'instant où le bord antérieur du nuage est à quelques dizaines de degrés du zénith, jusqu'à celui où le milieu de la masse nuageuse dépasse le zénith; la tension négative diminue ensuite jusqu'à ce que le nimbus qui suit ait fait ressentir son influence.

» En général, les nimbi qui doivent laisser tomber de la pluie sont ceux dont l'approche est le mieux accusée; alors l'aiguille commence à être chassée du côté négatif quand le bord antérieur du nuage est à 40° ou 45° de l'horizon.

» Dans les grains les plus forts, la tension négative atteignit une valeur supérieure à 700$^{volts}$.

» Dans cette après-midi, l'électromètre n'indiqua une tension positive que lorsque, la brise ayant molli, les grains furent devenus plus rares et moins violents.

» *Le* 30 *décembre* 1882, vers 8$^h$ du soir, fin d'un coup de vent d'ouest-sud-ouest; tension moyenne, + 150$^{volts}$; ciel couvert. A l'approche d'un gros nimbus arrivant de l'ouest, la tension augmente progressivement jusqu'à + 200$^{volts}$; puis, au moment où quelques gouttes de pluie commencent à tomber, elle devient rapidement négative. L'aiguille reste dans cette dernière position jusqu'à la dernière rafale du grain, qu'accompagne une courte ondée commençant et finissant brusquement.

» La queue du grain passée, la tension devient de nouveau positive et atteint + 400$^{volts}$, valeur bien supérieure à la normale.

» Enfin, quelques gouttes de pluie venant à tomber brusquement pendant une dizaine de secondes, le ciel s'éclaircit et la tension positive diminue en se rapprochant peu à peu de la normale.

» *Les* 9, 22, 23, 24 *janvier*, 24 *février*, etc., des grains de grêle accusent une tension négative supérieure à — 1500 ou à — 2000 volts. Presque toujours des étincelles jaillissent entre le chapeau de l'électromètre et la tige conductrice du réservoir à eau.

» *Le* 22 *avril*, temps à grains de neige; vent frais du sud; vent froid.

» A midi, un grain de poussière de neige, et de neige en gros flocons ensuite, fait dévier l'aiguille du côté positif jusqu'à la division correspondant à + 440 volts.

» L'après-midi, la neige tombant presque sans interruption, la tension se maintient entre + 100 et + 150, mais très variable.

» Le même jour, à 11$^h$45$^m$ du matin, un grain de grêle avait donné lieu à une très forte tension négative.

» *Le* 8 *mai*, vers 9$^h$ du matin, temps à grains très humide; légère brise de nord-ouest; pluie froide et neige mêlée à de petits cristaux de glace.

» Au passage de ces grains, l'électromètre accuse une tension positive supérieure à + 2000 volts. Pendant la durée de l'un d'eux, où les cristaux de glace dominent, l'aiguille se trouve même complètement retournée à 180° par le côté positif de l'échelle. Des

étincelles, grosses comme deux fois la tête d'une épingle, jaillissent alors entre la tige conductrice du réservoir qui traverse le chapeau et ce chapeau lui-même.

» *Le* 29 *mars*, à 9$^h$ du matin, légère brise d'ouest à sud-sud-ouest, très variable. Un gros nimbus jette d'abord de la grêle, à laquelle se mêlent bientôt quelques flocons neigeux. Avec la grêle, l'aiguille avait été déviée jusqu'à l'extrémité négative de l'échelle; mais, dès qu'apparurent les premiers flocons de neige, elle revint peu à peu vers le côté positif; enfin, la neige finissant par dominer dans le grain, la tension devient complètement positive, en atteignant une valeur supérieure à + 750 volts. A cette limite, il semblait que la lutte entre les deux influences contraires fût devenue plus vive, car l'aiguille s'agitait extraordinairement vite de droite à gauche, ou inversement de — 25 volts à + 750 volts. Ces oscillations furent le plus rapides au moment précis où, la chute de neige prenant fin, une légère éclaircie de ciel bleu apparut dans l'ouest, à 50° environ de hauteur.

» *Le* 6 *janvier*, l'après-midi, chaleur lourde, gros amas de cumuli à l'horizon nord-ouest; calmes ou légères brises, variables de l'est au nord-est; tension positive supérieure à la normale et comprise entre + 80$^{volts}$ et 140$^{volts}$. Vers 4$^h$ 30$^m$ du soir, avec une grosse nuée noire qui monte par l'ouest, la tension électrique atteint + 180$^{volts}$; puis, le nuage continuant à s'élever au-dessus de l'horizon, la tension diminue et l'aiguille se rapproche graduellement du zéro de l'échelle; à peine était-elle à ce point, qu'une pluie aux gouttes larges et épaisses commença à tomber et qu'aussitôt elle fut déviée énergiquement vers l'extrémité négative de l'échelle, soit une valeur de tension supérieure à — 900$^{volts}$. La pluie cessant après cinq minutes, l'aiguille revint doucement vers le zéro.

» Une demi-heure ne s'était pas écoulée qu'un gros nuage noir donna de la grêle, puis de la pluie. Un instant avant la chute des grêlons, l'électromètre avait accusé une tension négative supérieure à 1000$^{volts}$ et à 12000$^{volts}$.

» Avec les premiers grêlons, des étincelles crépitaient entre la tige de l'aiguille et la partie supérieure de l'instrument. Il suffisait alors d'approcher le doigt du fil conducteur pour en tirer des étincelles longues de 3$^{mm}$ à 4$^{mm}$ et pour éprouver une légère commotion dans l'avant-bras.

» La grêle cessant, la tension arriva rapidement à être positive et à dépasser + 1000$^{volts}$ ou + 1200$^{volts}$. L'aiguille se maintint ainsi pendant trois minutes et cela malgré une pluie fine qui suivit le passage de la nuée s'éloignant au nord-est.

» Ces exemples, pris parmi cent autres, suffisent pour indiquer comment j'ai pu établir, pour la baie Orange, les conclusions qui suivent :

» 1° La tension normale de l'électricité atmosphérique est positive et comprise entre + 50$^{volts}$ et + 70$^{volts}$ environ. Elle atteint sa valeur la plus considérable par ciel découvert et par temps de gelée; une fois cependant, le 17 avril, malgré une assez forte gelée et un ciel bien dégagé, la tension resta négative toute la nuit, avec une valeur égale à cinq ou six fois celle de la tension positive normale. Au lever du soleil, la tension passa au positif.

» 2° Les maxima et les minima diurnes de la tension, déjà reconnus

pour d'autres contrées, ne sont apparents, au cap Horn, que par de belles journées, pour lesquelles le ciel est bleu et bien dégagé.

» 3° Chaque fois que le ciel vient à se couvrir, après une belle journée, la tension normale varie en même temps, dans un sens ou dans l'autre. L'effet inverse se produit quand le ciel se dégage.

» 4° Les nuages influencent très diversement l'aiguille de l'électromètre, suivant la forme de l'eau qu'ils vont jeter sur le sol, et même suivant la situation du gros de leur masse nuageuse par rapport au zénith de l'observatoire.

» Pour les cumuli, j'ai constaté une influence positive; des cirro-cumuli très élevés ont fait monter la tension positive jusqu'à + 400<sup>volts</sup> à leur passage au-dessus de l'électromètre (9 février). Je n'ai pu remarquer aucune trace d'influence des cirrho-strati sur l'appareil.

» La brume ou la pluie très fine correspondent à une tension positive, souvent très forte (15 février, 19 avril).

» 5° Avec la grêle, j'ai toujours observé des tensions négatives extrêmement fortes, et presque chaque fois j'ai vu jaillir des étincelles à la partie supérieure de l'instrument.

» 6° La neige donne de la tension positive; la valeur de la tension paraît devoir être d'autant plus forte que les flocons neigeux sont eux-mêmes plus considérables et plus pressés.

» 7° La pluie, sauf trois ou quatre exceptions, a toujours été négative. En général, ces exceptions se sont présentées quand la pluie était très froide et qu'elle suivait ou précédait de la neige (9 mai), ou bien encore lorsque le gros du grain passait dans le sud de l'observatoire (17 mars).

» 8° La chute de la poussière de neige et de petits cristaux de glace (8 mai) a coïncidé avec une tension positive considérable et des étincelles à l'instrument.

» 9° J'ai noté deux dégels avec tension positive contre un dégel négatif; dans la dernière observation, la pluie tombait en grosses gouttes, tandis que, dans les deux premières, l'air était embrumé et la pluie extrêmement fine.

» 10° Avant les coups de vent, en général, douze ou quinze heures avant les premières rafales, il m'a semblé reconnaître que la tension positive normale augmentait souvent d'un tiers (13, 15, 16 et 23 novembre, 18 décembre, 27 janvier, 17 février).

» Les deux fois où j'ai noté des coups de tonnerre lointains (17 novembre et 17 février), la tension positive avait prévenu le phénomène six ou sept heures à l'avance par son augmentation constante.

» 11° Il est absolument impossible de dire, pendant les coups de vent, si telle ou telle tension domine, ou si, d'une manière générale, les manifestations électriques sont plus intenses qu'à d'autres instants. Les grains qui passent à tout moment masquent totalement l'influence générale de l'atmosphère par leurs effets particuliers ([1]).

» 12° Les vents de nord-nord-ouest ou nord-est, secs et chauds, qui donnent lieu à une évaporation très active, diminuent la tension positive normale ou augmentent la tension négative. Au contraire, les vents froids de ouest-sud-ouest au sud-sud-ouest paraissent augmenter la tension positive.

» Enfin, les manifestations électriques les plus intenses se sont présentées toujours avec des vents humides de la partie de l'horizon comprise entre l'ouest-nord-ouest et l'ouest-sud-ouest. »

MISSION DU CAP HORN. — *Détermination de l'acide carbonique de l'air effectuée par la Mission du cap Horn;* par MM. **A. Müntz** et **E. Aubin.**

« Nous n'avons pas à revenir sur l'importance de la détermination de l'acide carbonique aérien dans des points éloignés du globe : M. Dumas a fait voir quel était l'intérêt de ces recherches pour la philosophie naturelle, surtout si l'on se place au point de vue élevé de la fixation de la grande moyenne dans le temps présent; les résultats acquis devant servir de point de repère pour permettre d'étudier, à des intervalles de temps considérables, si des variations se produisent dans la proportion de ce gaz, et si, par suite, les conditions d'existence des êtres vivants se trouvent modifiées, sous ce rapport, dans la suite des temps. L'illustre Maître nous a confié le soin d'étudier cette question, en employant des procédés que nous avions indiqués et dont la précision a été reconnue suffisante, par de nombreuses expériences de contrôle. Déjà nous avons eu l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats que nous avons obtenus en France, à des altitudes très différentes, et ceux qui ont été rapportés de points très éloignés du globe par les Missions du passage de Vénus sur le Soleil. La même série de recherches a été faite à l'occasion de l'expédi-

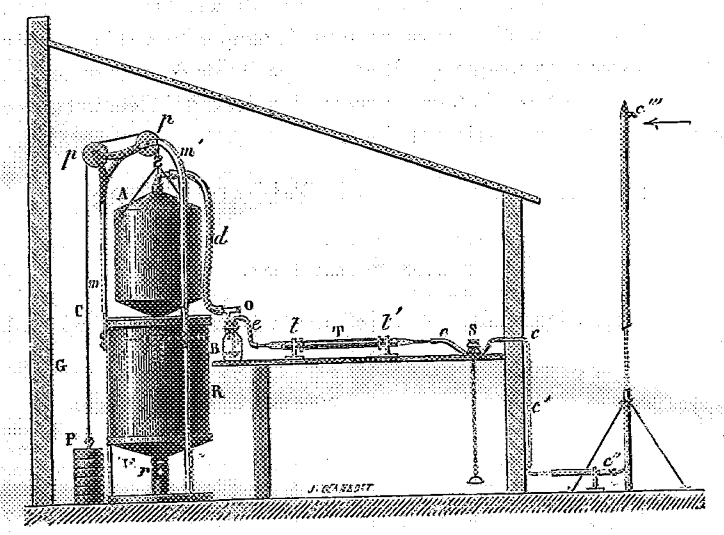
([1]) En employant ici ces mots *causes* ou *effets*, je ne voudrais pas que l'on m'attribuât, pour l'instant, une idée théorique quelconque sur la loi qui régit les rapports d'une masse nuageuse et des manifestations électriques de l'instrument.

tion du cap Horn, et ces nouvelles déterminations, dont nous rendons compte aujourd'hui, ont été faites dans des conditions exceptionnellement favorables, qui en augmentent l'intérêt. En effet, la station de la baie Orange, située à l'extrême pointe de l'Amérique du Sud, se trouve, en quelque sorte, isolée dans l'immense nappe d'eau qui forme la plus grande surface de l'hémisphère austral. Les conditions étaient donc bien différentes de celles dans lesquelles on s'est placé en Europe, où la surface de la terre couverte de végétation l'emporte sur la surface de la mer.

» Déjà, de nos précédentes recherches, il était ressorti que les quantités d'acide carbonique étaient comprises entre des limites assez voisines et qu'elles étaient bien inférieures à celles qui avaient été adoptées jusqu'à présent. Ces résultats étaient d'accord avec ceux que M. Reiset avait obtenus dans le nord de la France, par une importante série de déterminations. La question semblait donc résolue pour la région que nous habitons. Mais, pour fixer la grande moyenne, il y avait lieu de répéter les dosages dans d'autres régions et il était particulièrement intéressant de rechercher si, dans le milieu, si différent du nôtre, qui se trouve réalisé au sud de la Terre-de-Feu, les grands phénomènes naturels, qui règlent la distribution de l'acide carbonique dans l'atmosphère, se trouvent dans les mêmes conditions d'équilibre que sur le continent européen et si la prédominance de l'élément maritime ne modifie pas les proportions de ce gaz. On sait, en effet, d'après les recherches de M. Schlœsing, que la mer est le grand réservoir d'acide carbonique et que la tension de ce gaz dans l'air fait équilibre à sa tension dans l'eau. Les déterminations faites au cap Horn avaient un intérêt d'autant plus grand, que déjà, à l'occasion des Missions du passage de Vénus, nous avions remarqué une diminution appréciable, impossible à attribuer à des erreurs d'observations, dans la proportion d'acide carbonique de l'air de l'hémisphère sud. Le séjour prolongé de la Mission permettait, en outre, d'installer les appareils dans les conditions les plus avantageuses et de faire des séries continues et embrassant une longue période. M. le D[r] Hyades, qui a bien voulu se charger de ces recherches, s'est au préalable familiarisé avec le maniement des instruments et a exécuté ces nombreuses observations avec un soin et un dévouement au-dessus de tout éloge. Si ces résultats offrent de l'intérêt, c'est à ce savant consciencieux qu'il faut en attribuer le mérite. Des travaux du genre de ceux que nous exposons ici n'ont de valeur qu'autant qu'ils ont été exécutés avec des précautions infinies. Toutes les déterminations effectuées par M. le D[r] Hyades ont été faites dans des conditions telles, qu'elles méritent une confiance

absolue. Nous donnons plus bas l'ensemble de ces résultats sans aucune réserve.

» Le procédé employé a déjà été communiqué à l'Académie; il consiste à faire passer dans un tube rempli de ponce potassée, exempte d'acide carbonique, et qui est scellé aux deux bouts, un volume d'air mesuré au moyen d'un gazomètre. Après le passage de l'air, le tube




A, pipette servant d'aspirateur et de mesureur;
R, réservoir d'eau;
$r$, robinet de vidange;
$pp$C, corde soutenant la pipette;
P, poids destinés à soulever la pipette;
B, barboteur témoin;
O, orifice de sortie de l'air après l'opération;
T, tube à ponce potassée dans sa gaine métallique;
$cc'c''c'''$, tube métallique amenant l'air;
S, soufflet pour l'étirage des tubes.

est scellé à nouveau et rapporté, après un temps indéfini, au laboratoire, où l'on extrait l'acide carbonique qu'on mesure en volume [1].

» On avait placé les appareils à une assez grande distance des habitations, afin d'écarter l'influence du voisinage des membres de la Mission. Le tube métallique, qui amenait l'air, était fixé à un mât. La prise se faisait à $4^m$ au-dessus du sol. L'altitude de la station au-dessus du niveau de la mer était de $29^m$.

---

(1) Lorsque les tubes sont conservés depuis un temps très long, il se produit du silicate de potasse qui rend plus difficile le dégagement complet de l'acide carbonique, au moment où l'on fait le déplacement par l'acide sulfurique; on évite facilement cet inconvénient en employant de l'acide azotique dilué qui, en maintenant la silice gélatineuse en dissolution, permet le dégagement de l'acide carbonique avec la plus grande facilité.

» Le gazomètre servant d'aspirateur et de mesureur consistait en une pipette en tôle galvanisée d'une capacité de 160$^{lit}$ environ. Le jaugeage était fait au préalable. Cette pipette était placée dans un réservoir plein d'eau; elle était mobile et soutenue par une corde s'enroulant sur une poulie. En la laissant retomber par son propre poids dans le réservoir, elle se remplissait d'eau; puis, mise en communication avec les appareils d'absorption et soulevée à l'aide de contrepoids, elle servait d'aspirateur, faisant ainsi passer l'air, avec une régularité suffisamment grande, dans le tube à ponce potassée. Arrivée au haut de sa course, elle était remplie d'un volume d'air constant, dont la température et la pression étaient mesurées. On a fait passer dans chaque opération la capacité de deux gazomètres. Cette disposition facilitait le travail de l'opérateur; la même eau servait indéfiniment, ce qui pouvait être un grand avantage dans certaines stations.

» Les résultats sont contenus dans le Tableau suivant :

STATION DU CAP HORN.

Baie Orange : longitude, 70°20′47″ ouest; latitude, 55°31′26″ sud.

| Dates. 1882. | Heures. | État du ciel. | Direction et vitesse du vent. | État hygrométrique. | Température de l'air. | Hauteur barométrique. | Volume d'air à 0° et 760$^{mm}$. | Acide carbonique à 0° et 760$^{mm}$. | Acide carbonique pour 10000 volumes d'air. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m h m | | | | o | mm | lit | cc | |
| 31 oct... | 1.40 et 6.10 s. | Nuageux (6). Pluie et neige. | O.-N.-O. 36$^{km}$ | 82 | +4,2 | 737,0 | 301,74 | 77,85 | 2,50 |
| 10 nov... | 3.11 et 6.20 s. | Nuageux (3). | O. (4) | 65 | 9,0 | 740,5 | 296,98 | 74,82 | 2,52 |
| 20 » ... | 10. 2 et 12.53 n. | Couvert (10). Pluie continue, coup de vent vers 2$^h$ du matin. | O.-S.-O. 40$^{km}$ | 96 | 6,5 | 742,4 | 300,22 | 80,61 | 2,68 |
| 1 déc... | 7.20 et 10.47 m. | Couvert (10). Pluie. Les jours précédents, vent et neige. | O. (4) 34$^{km}$ | 80 | 9,3 | 752,5 | 303,84 | 76,30 | 2,51 |
| 14 » ... | 4.37 et 8. 7 s. | Couvert (10). Pluie, coup de vent, grain, rafales. | O. (7) 55$^{km}$ | 96 | 8,8 | 750,0 | 303,72 | 76,36 | 2,51 |
| 20 » ... | 10.50 et 2.55 n. | Couvert. | Calme | 87 | 6,0 | 743,7 | 301,50 | 77,69 | 2,57 |
| 1883. | | | | | | | | | |
| 1 janv.. | 5.11 et 8 m. | Couvert. Pluie et fort vent d'ouest jusqu'à 2$^h$ du matin. | Calme | 85 | 9,6 | 749,6 | 301,43 | 77,69 | 2,57 |
| 10 » .. | 1.52 et 4.20 s. | Couvert (10). | S.-O. (7) | 80 | 6,0 | 750,5 | 303,62 | 80,47 | 2,65 |
| 20 » .. | 11.10 et 1.43 n. | Couvert (10). Pluie. | O. (8) | 83 | 6,0 | 728,2 | 292,86 | 71,20 | 2,43 |
| 1 févr.. | 6. 3 et 8.23 m. | Couvert (10) Pluie. | O.-S.-O. (5) | 87 | 6,8 | 754,0 | 304,76 | 81,24 | 2,66 |
| 10 » .. | 2.22 et 4.33 s. | Couvert (10). Pluie et grains. | S.-O. (6) 40$^{km}$ | 83 | 3,0 | 737,3 | 291,32 | 80,53 | 2,76 |
| 20 » .. | 10.45 et 1.36 n. | Couvert (10). Très beau temps jusqu'à midi. | S.-O. puis O. (3) | 87 | 8,0 | 741,4 | 298,14 | 81,20 | 2,72 |
| 1 mars.. | 7.32 et 10. 3 m. | Couvert (10). Calme dans la nuit et la matinée. | O. (7) | 82 | 9,0 | 735,0 | 298,16 | 77,99 | 2,61 |
| 6 » .. | 12.45 et 3. 8 s. | Couvert (10). Pluie, grêle et neige. | O. (11) 120$^{km}$ | 95 | 2,0 | 729,6 | 298,16 | 77,99 | 2,61 |
| 10 » .. | 1.43 et 4.33 s. | Couvert (8). Ciel découvert jusqu'à midi. | N.-E. (3) 20$^{km}$ | 54 | 8,5 | 751,8 | 306,04 | 77,78 | 2,54 |
| 20 » .. | 10.33 et 1.12 n. | Nuageux (5). | O. (3) | 75 | 6,0 | 735,6 | 297,60 | 73,79 | 2,47 |
| 31 » .. | 6.40 et 9.25 m. | Couvert (10). Pluie à 9$^h$. Le sol est couvert de neige. | N.-N.-O. (2) | 91 | 3,5 | 752,9 | 311,24 | 79,23 | 2,54 |

| Dates. 1883. | Heures. | État du ciel. | Direction et vitesse du vent. | État hygrométrique. | Température de l'air. | Hauteur barométrique. | Volume d'air à 0° et 760mm. | Acide carbonique à 0° et 760mm. | Acide carbonique pour 10000 volumes d'air. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m h m | | | | o | mm | lit | cc | |
| 1 avril.. | 6.27 et 8.50 m. | Couvert (10). La neige a disparu. | O. (3) | 84 | 5,5 | 745,7 | 303,46 | 76,02 | 2,50 |
| 10 » .. | 10.35 et 1. 5 s. | Clair (3). Très beau temps. | O. (3) | 70 | 11,0 | 739,8 | 301,10 | 78,44 | 2,60 |
| 20 » .. | 10. 5 et 12.35 n. | Couvert (8). | O. (3) | 92 | 4,0 | 741,2 | 302,00 | 74,71 | 2,52 |
| 1 mai... | 8. 4 et 10.45 m. | Couvert (9). | O.-S.-O. (3) | 66 | 5,0 | 764,2 | 313,18 | 77,18 | 2,46 |
| 10 »... | 3. 4 et 5.35 s. | Couvert (10). Grains de pluie. | O.-S.-O. (5) 36km | 93 | 5,0 | 752,0 | 307,00 | 80,46 | 2,62 |
| 10 »... | 8.21 et 11. 4 n. | Couvert (3). | N.-O. (1) | 93 | 3,0 | 749,3 | 305,20 | 80,81 | 2,65 |
| 20 »... | 11.31 et 3.18 n. | Couvert (10). | N.-N.-E. (5) | 75 | 6,0 | 751,2 | 306,50 | 87,56 | 2,85 |
| 1 juin.. | 9 et 11.54 m. | Couvert (10). Calme pendant la seconde moitié de la prise. | N.-N.-E. (4) | 61 | 6,2 | 746,2 | 304,00 | 80,07 | 2,63 |
| 9 » .. | 9.33 et 1. 3 n. | Couvert (10). Neige pendant une partie de la prise. | S.-O. (5) | 86 | 0,0 | 738,9 | 305,26 | 77,83 | 2,55 |
| 10 » .. | 11.57 et 3.10 s. | Couvert (10). Neige. Éclaircies de soleil. La neige tombe abondamment. | N.-O. (5) | 88 | 1,0 | 740,0 | 306,73 | 75,56 | 2,47 |
| 10 » .. | 9.29 et 12.10 n. | Couvert (10). Pluie. | N.-O. puis O.-S.-O. | 87 | 2,0 | 738,0 | 305,58 | 72,84 | 2,38 |
| 16 » .. | 10.23 et 1.55 s. | Couvert (10). La neige couvre le sol. | S.-O. (7) | 76 | 1,5 | 752,7 | 313,63 | 72,33 | 2,31 |
| 16 » .. | 8. 3 et 11.31 n. | Couvert (10). Pluie. La neige couvre le sol. | O.-S.-O. (7) | 97 | 2,6 | 753,9 | 313,32 | 72,83 | 2,32 |
| 17 » .. | 8.19 et 11.59 n. | Couvert (9). Dégel. Le sol est couvert de neige. | S.-O. (2) | 90 | 3,0 | 753,5 | 310,80 | 80,52 | 2,59 |
| 18 » .. | 8. 9 et 11.35 n. | Couvert. Le sol est encore couvert de neige. | Calme | 75 | 0,0 | 761,6 | 314,60 | 80,18 | 2,55 |
| 21 » .. | 10.34 et 1.39 s. | Couvert (10). La neige a disparu. | O.-S.-O. (3) | 83 | 4,0 | 758,9 | 310,21 | 78,26 | 2,51 |
| 27 » .. | 11.52 et 3.27 s. | Clair. | Calme | 90 | 2,4 | 750,9 | 309,65 | 80,18 | 2,58 |
| 27 » .. | 8.25 et 11.40 n. | Clair (1). Calme pendant la première prise. | E.-N.-E. (3) | 92 | 2,0 | 750,2 | 309,63 | 80,54 | 2,60 |
| 28 » .. | 8.18 et 11.59 n. | Couvert (9). Gouttes de pluie. | E. (2) | 95 | 4,5 | 752,8 | 308,11 | 80,33 | 2,60 |
| 29 » .. | 8.26 et 12. 5 n. | Clair (2). Très étoilé, faible brise d'est-nord-est pendant la première moitié de la prise, puis calme. | E.-N.-E. puis calme | 96 | 2,0 | 753,9 | 308,43 | 77,40 | 2,50 |
| 30 » .. | 8. 4 et 11.33 n. | Couvert (9). Vent de nord (3) au commencement. | N. (3) puis E. | 70 | 3,8 | 741,4 | 305,08 | 74,64 | 2,44 |
| 1 juill.. | 4.27 et 7.42 m. | Clair (2). Très étoilé. | Calme | 90 | 2,0 | 737,5 | 303,25 | 83,62 | 2,75 |

» Il ressort de la manière la plus frappante, de l'ensemble de ces résultats, que, dans la station du cap Horn, les quantités d'acide carbonique contenues dans l'air sont très notablement inférieures à celles qui existent en Europe. Tous les résultats concordent sous ce rapport, et la moyenne générale des observations faites dans cette station est de 2,56 d'acide carbonique pour 10000 volumes d'air, alors que l'ensemble de nos déterminations faites dans l'hémisphère nord, dans des stations très éloignées, donne un chiffre de 2,84.

» Ce résultat est donc d'accord avec celui que nous avaient donné les observations faites par M. Fleuriais en Patagonie, et par M. de Bernardières au Chili, d'après lesquelles nous avions prévu la possibilité d'une teneur moindre en acide carbonique dans l'atmosphère de l'hémisphère austral, surtout au voisinage du pôle. En effet, l'immense nappe d'eau froide qui s'étend sur cette région doit exercer une influence prédominante sur la composition de l'atmosphère, d'abord par son énorme surface et ensuite par la température des eaux, qui, en raison du développement des glaces polaires, reste basse jusqu'à une grande distance du pôle austral. Ce fait d'une diminution dans la proportion d'acide carbonique dans l'air de l'hémisphère austral, que nous pouvons considérer aujourd'hui comme définitivement établi, est une confirmation des idées que M. Schlœsing a émises sur le rôle de la mer, comme régulateur de l'acide carbonique aérien. La température de l'eau a, en effet, une grande influence sur la tension de l'acide carbonique qui se trouve en réserve dans la mer, à l'état de bicarbonate, et le fait de voir ce gaz en moindre proportion dans l'air qui circule à la surface de nappes d'eau plus froides n'est que la conséquence de la loi des tensions.

» Si nous considérons, d'un côté, les prises effectuées la nuit, et, de l'autre, les prises effectuées le jour, nous trouvons :

| | |
|---|---|
| Pour la nuit, moyenne de 17 dosages......... | 2,556 |
| Pour le jour, moyenne de 21 dosages......... | 2,563 |

» On arrive ainsi à cette conclusion curieuse, que, contrairement à ce qui a toujours été obtenu jusqu'à présent, l'acide carbonique n'augmente pas, la nuit, à la baie Orange. Les résultats obtenus en Patagonie par M. Fleuriais avaient donné un résultat analogue. En cherchant l'explication de ce fait, nous le trouvons dans la faible intensité de la vie végétale de ces régions et dans la dimension restreinte des surfaces couvertes de végétation et auxquelles, dans l'hémisphère nord, il convient d'attribuer la plus grande part dans l'augmentation de l'acide carbonique pendant la nuit.

» Ici cette influence est infime, en comparaison de celle de l'immense régulateur qui l'entoure et, par suite, n'est pas appréciable.

» Si les idées que nous venons d'émettre sur l'influence de la basse température des eaux, sur la diminution de l'acide carbonique de l'air, sont exactes, nous devons constater qu'à chaque abaissement de température correspond une diminution dans le taux de l'acide carbonique aérien.

L'expérience vérifie complètement cette manière de voir. Si nous divisons, en effet, les déterminations en deux parties, l'une comprenant celles qui ont été faites à une température inférieure à 5°, l'autre celles qui ont été faites à une température supérieure à 5°, nous trouvons :

| | Acide carbonique pour 10000$^{vol}$ d'air. |
|---|---|
| Au-dessous de 5°, moyenne de 21 dosages.. .. .. ...... | 2,530 |
| Au-dessus de 5°, moyenne de 17 dosages...... ...... .. | 2,598 |

» La différence entre les deux résultats est très sensible.

» Outre ces déterminations, effectuées à la Terre-de-Feu, M. le Dr Hyades a exécuté à bord de la *Romanche*, pendant le voyage de retour, un certain nombre de prises, en se plaçant au vent, afin d'éviter d'opérer sur de l'air vicié par les produits de la combustion ou de la respiration. Les résultats de cette série se trouvent contenus dans le Tableau suivant :

*Prises faites en mer à bord de la* Romanche.

| Dates. 1883. | Heures. | État du ciel. | Direction et vitesse du vent. | État hygrométrique. | Température de l'air. | Hauteur barométrique. | Volume d'air à 0° et 760$^{mm}$. | Acide carbonique à 0° et 760$^{mm}$. | Acide carbonique pour 10000 volumes d'air. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m h m | | | | o | mm | lit | cc | |
| 20 sept.. | 2.35 et 5.15 s. | Couvert (10). Atlantique sud. Longitude 42°17′ ouest et latitude 42°37′ sud. | N.-N.-O. 11$^{km}$ | 93,0 | +10,0 | 765,2 | 293,96 | 80,55 | 2,74 |
| 28 » .. | 2.4 et 4.30 s. | Couvert (8). Atlantique sud. Longitude 26°17′ ouest et latitude 25°45′ sud. | N. 8$^{km}$ | 87,0 | 20,5 | 766,5 | 293,40 | 81,23 | 2,77 |
| 1er oct.. | 9.30 et 11.35 m. | Demi-couvert (5). Atlantique sud. Longitude 20°32′ ouest et latitude 23°36′ sud. Le navire franchit le tropique à la fin de la prise. | N. 10$^{km}$,8 | 70,0 | 21,0 | 766,1 | 290,54 | 79,01 | 2,72 |
| 4 » .. | 2.34 et 5. 4 s. | Couvert (9). Atlantique sud. Longitude 19°55′ ouest et latitude 16°44′ sud. Entré le matin dans les alizés du sud-est qui sont très faibles et viennent de l'est. | E. 7$^{km}$,20 | 74,0 | 21,0 | 765,7 | 288,32 | 77,67 | 2,70 |
| 16 » .. | 12.36 et 2.48 s. | Couvert (10). Un peu de pluie. Atlantique nord. Longitude 22°38′ ouest et latitude 7°10′ nord. La *Romanche* quitte dans la matinée les alizés de sud-est, qui ont toujours été faibles. Calmes équatoriaux. A 1$^{h}$ petit grain. Début des alizés de nord-est. | N.-N.-E. 29$^{km}$ | 77,0 | 26,0 | 761,1 | 277,28 | 69,19 | 2,49 |

| Dates. 1883. | Heures. | État du ciel. | Direction et vitesse du vent. | État hygrométrique. | Température de l'air. | Hauteur barométrique. | Volume d'air à 0° et 760mm. | Acide carbonique à 0° et 760mm. | Acide carbonique pour 10000 volumes d'air. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 oct... | h m h m 12.27 et 2.46 s. | Couvert (9). Atlantique nord. Longitude 27°50′ ouest et latitude 14°40′ nord. La *Romanche* se trouve à la hauteur des îles du cap Vert, qui sont à 50 milles environ au vent du navire. | N.-N.-E. 11km | 82,0 | 27,0 | 761,3 | 278,92 | 75,36 | 2,70 |

» La moyenne donne le chiffre de 2,68, qui se trouve, par une coïncidence remarquable, être presque exactement la moyenne des résultats généraux des deux hémisphères (2,70).

» En résumé, ces recherches montrent que l'air de l'hémisphère sud, surtout aux latitudes élevées, est sensiblement moins riche en acide carbonique que celui de l'hémisphère nord; que dans les régions australes l'influence de la mer est prédominante à tel point, que le taux d'acide carbonique n'augmente pas pendant la nuit, et que l'abaissement de la température produit une diminution dans la teneur de l'air en acide carbonique.

Nous réservons pour une prochaine Communication la discussion de l'ensemble de nos recherches sur l'acide carbonique aérien, recherches qui ont été continuées depuis plusieurs années et qui comprennent des observations faites dans des stations très variées. »

M. Galtier adresse à l'Académie la description d'un cadran solaire universel, régulateur de l'heure, pouvant servir sous toutes les latitudes.

(Commissaires : MM. Faye, Perrier.)

M. H.-V. Zenger adresse une Note sur une nouvelle combinaison de prismes de quartz et de spath calcaire, donnant un spectroscope à vision directe pour l'observation des rayons ultra-violets.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Piarron de Mondesir adresse une nouvelle Note sur le problème de Mécanique dont il a déjà entretenu l'Académie.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Cazado** adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une nouvelle Note sur son procédé pour combattre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. H. **Hollands** adresse, pour le Concours Penaud, une Note, écrite en anglais, sur le vol artificiel.

(Renvoi au Concours Penaud.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° L' « Année scientifique et industrielle » de M. *L. Figuier* (29e année).

2° Quatre volumes des « Causeries scientifiques » de M. *H. de Parville* (19e, 20e, 21e et 22e années).

3° « Les Phénomènes de l'atmosphère. Traité illustré de Météorologie pratique », par M. *H. Mohn*, traduit par M. *Decaudin-Labesse*, avec une introduction par M. *H. de Parville*.

4° Un second supplément à la 3e édition de la « Minéralogie » de M. *Domeyko*. (Présenté par M. Daubrée.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'Observatoire de Marseille* par M. **Borrelly**, transmises par M. Stephan.

| Dates. | Temps moyen de Marseille. | Ascension droite. | Distance polaire. | Log. fact. par. en Æ. | Log. fact. par. en ℘. | Étoiles de comp. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | ° ′ ″ | | | |
| 1883. Nov. 27.... | 7.27.38 | 18.18.28,19 | 42.27.21,0 | +1̄,8063 | −0,5549 | *a* |
| » 28.... | 7.18. 6 | 18.22.26,44 | 42.41.59,1 | +1̄,8019 | −0,5331 | *b* |
| » 30.... | 7.36.21 | 18.30.47,10 | 43.13.36,4 | +1̄,8012 | −0,5810 | *c* |
| » Déc. 19.... | 7.34.44 | 20.14.47,21 | 51.55.45,6 | +1̄,7330 | −0,5992 | *d* |
| » 22.... | 7.43.22 | 20.35.12,53 | 54.48.22,4 | +1̄,7144 | −0,6281 | *e* |
| » 26.... | 7.38. 5 | 21. 2. 0,39 | 59. 3.14,9 | +1̄,6867 | −0,6345 | *f* |
| » 27.... | 7.42.23 | 21. 9.10,93 | 60.16.54,7 | +1̄,6833 | −0,6472 | *g* |
| 1884. Janv. 4.... | 7.53. 9 | 22. 6.41,86 | 72.20.53,7 | +1̄,6335 | −0,7123 | *h* |
| » 8.... | 7.28.42 | 22.34. 5,46 | 79.33.52,1 | +1̄,5889 | −0,7355 | *j* |
| » 9.... | 7.26.48 | 22.40.42,79 | 81.26.37,1 | +1̄,5817 | −0,7448 | *k* |
| » 10.... | 7.41.45 | 22.47.18,16 | 83.21.29,9 | +1̄,5922 | −0,7578 | *l* |
| » 11.... | 7.53.22 | 22.53.44,01 | 85.16.27,9 | +1̄,5995 | −0,7642 | *m* |
| » 14.... | 7.53.33 | 23.12. 3,13 | 90.56.34,3 | +1̄,5924 | −0,7879 | *n* |

| Dates. | | Temps moyen de Marseille. | Ascension droite. | Distance polaire. | Log. fact. par. en Æ. | Log. fact. par. en ℘. | Étoiles de comp. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | h m s | ° ′ ″ | | | |
| 1884. Janv. | 15.... | 7.46.43 | 23.17.49,44 | 92.47.23,8 | +$\bar{1}$,5844 | −0,7957 | *o* |
| » | 16.... | 7.52.21 | 23.23.29,73 | 94.37.15,2 | +$\bar{1}$,5890 | −0,8010 | *p* |
| » | 17.... | 7.28.13 | 23.28.55,12 | 96.23.26,7 | +$\bar{1}$,5617 | −0,8018 | *q* |
| » | 18.... | 7.46. 0 | 23.34.19,24 | 98.10.15,4 | +$\bar{1}$,5824 | −0,8129 | *r* |
| » | 19.... | 7.31. 2 | 23.39.27,90 | 99.52.21,4 | +$\bar{1}$,5658 | −0,8217 | *s* |
| » | 20.... | 8. 3.42 | 23.44.37,00 | 101.35.12,1 | +$\bar{1}$,6022 | −0,8158 | *t* |
| » | 21.... | 7. 0.18 | 23.49.16,50 | 103. 8.48,8 | +$\bar{1}$,5227 | −0,8409 | *u* |
| » | 25.... | 7.28.26 | 0. 3.59,60 | 109.13. 0,6 | +$\bar{1}$,5798 | −0,8467 | *v* |
| » | 29.... | 6.16.48 | 0.22.50,61 | 114.24.58,1 | +$\bar{1}$,4521 | −0,8975 | *x* |
| » | 30.... | 6. 7.41 | 0.26.21,39 | 115 36.36,6 | +$\bar{1}$,4387 | −0,8935 | *y* |

*Observations de la planète* (235), *Caroline, faites à l'Observatoire de Marseille, par M.* Borrelly.

| Dates. | | Temps moyen de Marseille. | Ascension droite. | Distance polaire. | Log. fact. par. en Æ. | Log. fact. par. en ℘. | Étoiles de comp. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1883. Déc. | 18.... | 7.41.55 | 3. 5.23,45 | 74. 5.56,1 | −$\bar{1}$,2582 | −0,6285 | *z* |
| » | 19.... | 8.16.37 | 3. 4.52,95 | 74. 5. 3,9 | −$\bar{1}$,0390 | −0,6165 | » |
| » | 20.... | 8.11.56 | 3. 4.24,39 | 74. 4.18,4 | −$\bar{1}$,0430 | −0,6163 | » |
| » | 22.... | 8.37.12 | 3. 3.32,91 | 74. 2.30,6 | −$\bar{2}$,6388 | −0,6114 | » |
| » | 23.... | 7.54.38 | 3. 3. 9,44 | 74. 1. 8,6 | −$\bar{1}$,0719 | −0,6163 | » |
| » | 26.... | 8.30.55 | 3. 2. 6,03 | 73.57.17,8 | −$\bar{2}$,3414 | −0,6069 | » |
| » | 27.... | 8.11.47 | 3. 1.48,35 | 73.55.51,4 | −$\bar{2}$,7124 | −0,6100 | » |

*Position moyenne des étoiles de comparaison.*

| | Noms des étoiles. | Grandeur. | Ascension droite. | Distance polaire. | Autorité. | Époque. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | h m s | ° ′ ″ | | |
| *a* | 18176 Arg. OEltzen........ | 9 | 18.19. 2,02 | 42.29.29,0 | Cat. Arg. OEltzen. | 1883,0 |
| *b* | 18273 » ........ | 9 | 18.23.49,74 | 42.42. 9,9 | » | » |
| *c* | 18461 » ........ | 8.9 | 18.34.45,76 | 43.17.35,4 | » | » |
| *d* | 500 W (*n. c.*) H. XX...... | 8 | 20.14 33,61 | 52. 5.11,9 | Cat. Weisse. | » |
| *e* | 1213 W (*n. c.*) H. XX...... | 8.9 | 20.36.36,79 | 55. 2.53,1 | » | » |
| *f* | 1866 W (*n. c.*) H. XX...... | 6 | 21. 1.36,52 | 59.17. 4,8 | » | » |
| *g* | ζ Cygne.............. | 4 | 21. 7.57,32 | 60.15. 8,8 | *Conn. des Temps.* | » |
| *h* | 43355 Lalande........... | 8 | 22. 7.36,60 | 72.17.26,9 | Cat. Lalande. | 1884,0 |
| *j* | ζ Pégase.............. | 3.4 | 22.35.40,48 | 79.46.25,4 | *Conn. des Temps.* | » |
| *k* | 830 W (*a. c.*) H. XXII.... | 9 | 22.41. 4,74 | 81.39.17,6 | Cat. Weisse. | » |
| *l* | 983 W (*a. c.*) H. XXII.... | 8 | 22.48.53,68 | 83.21.33,3 | » | » |
| *m* | 1067 W (*a. c.*) H. XXII.... | 8.9 | 22.52.49,64 | 85.16.45,0 | » | » |
| *n* | 210 W (*a. c.*) H. XXIII... | 9 | 23.12.21,62 | 90.40. 9,6 | » | » |
| *o* | 348 W (*a. c.*) H. XXIII... | 9 | 23.18.57,39 | 92.39.20,1 | » | » |
| *p* | 478 W (*a. c.*) H. XXIII... | 7 | 23.25.31,40 | 94.43. 3,0 | » | » |
| *q* | 579 W (*a. c.*) H. XXIII... | 8.9 | 23.29.48,32 | 96.23.25,1 | » | » |
| *r* | 684 W (*a. c.*) H. XXIII... | 8 | 23.34.49,27 | 98.33.20,0 | » | » |
| *s* | 794 W (*a. c.*) H. XXIII... | 7.8 | 23.40.34,08 | 99.38. 0,4 | » | » |

| | Noms des étoiles. | Grandeur. | Ascension droite. | Distance polaire. | Autorité. | Époque. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | h m s | ° ′ ″ | | |
| t | 868 W (*a. c.*) H. XXIII... | 7 | 23.44. 9,05 | 101.44.49,9 | Cat. Weisse. | 1884,0 |
| u | 990 W (*a. c.*) H. XXIII... | 8 | 23.50. 3,40 | 103. 7.54,5 | » | » |
| v | 48 Lalande........... | 7 | 0. 5.40,07 | 109.14.44,7 | Cat. Lalande. | » |
| x | 115 B. A. C........... | 6 | 0.24.34,58 | 114.25.50,6 | Cat. B. A. C. | » |
| y | 160 B. A. C........... | 6 | 0.31.19,53 | 115.24.24,5 | » | » |
| z | 81 W (*n. c.*) H. III...... | 8 | 3. 5.51,72 | 73.55.32,0 | Cat. Weisse. | 1883,0 |

» *Remarques.* — Le 27 novembre, la comète est visible à l'œil nu; le noyau, d'apparence stellaire, a l'éclat d'une étoile de 8e grandeur. Le 30 novembre, on distingue une faible queue par 36° à l'opposé du Soleil. Le 19 décembre, la comète est belle, le noyau a toujours l'apparence stellaire. Le 27, le noyau de la comète est allongé en forme d'obus et l'on voit une aigrette dirigée vers le Soleil; la queue a 2° de longueur. Le 4 janvier 1884, la tête de la comète brille comme une étoile de 4e grandeur. Le 8, la tête de la comète (chevelure et noyau) brille de l'éclat de ζ Pégase; le 15, la comète est très belle; le noyau, légèrement elliptique, brille comme une étoile de 3e grandeur; la chevelure est étendue et brillante, et la queue, sensiblement opposée au Soleil, a une longueur de 7°. Le 19, noyau très étalé en forme de demi-lune et se confondant presque avec la chevelure qui a grand éclat; diam. = 27″,2. Le 20, le noyau a repris l'aspect de l'avant-veille, et l'éclat de la comète paraît diminuer. Le 21, la comète a sensiblement le même aspect que la veille. Le 25, noyau d'apparence stellaire, éclat décroissant. Le 29 et le 30 janvier, la comète diminue toujours d'éclat.

» La planète (235) Caroline est très faible (13e-14e grandeur).

» La planète (233), découverte par M. Borrelly le 11 mai 1883, a reçu le nom d'Asterope. »

ASTRONOMIE. — *Sur les appendices du noyau de la comète Pons-Brooks.* Note du P. Lamey.

« Les transformations singulières du noyau de la comète Pons-Brooks, signalées par les astronomes de Nice, de Bordeaux et de Potsdam, ont été partiellement observées à Grignon (Côte-d'Or), le 10 et le 17 janvier dernier. Le 10, vers 6h, le noyau est entouré d'une auréole lumineuse, concentrique, laquelle se voyait encore à 8h, malgré la lumière croissante de la Lune; mais la chevelure, dilatée d'abord bien au delà de l'enveloppe formant la queue par son prolongement, ne se voyait plus alors; par

contre, une aigrette diffuse, inclinée de 15° à gauche sur l'axe de la queue, a été soupçonnée par moi et vue peu après, spontanément, par un de mes assistants. Le 17, vers $6^h$, le noyau me semblait entouré d'une double auréole très estompée, située à l'intérieur de la gaine lumineuse appartenant à la queue; une aigrette, composée d'un arc parabolique ouvert du côté du Soleil, semblait tangente au noyau; son axe formait avec celui de la queue un angle de 20°.

» Je compte publier prochainement l'ensemble de ces observations, en les faisant accompagner d'une Planche qui fera mieux ressortir la tendance toute spéciale que cette comète a présentée d'un allongement persistant dans le sens du Soleil, conformément à la théorie de M. Roche, des deux queues opposées. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les lueurs rouges de l'hiver doux de 1876-77.* Note du P. LAMEY.

« La voie la plus sûre pour arriver à éclaircir la question de la cause primordiale des lueurs rouges serait, ce me semble, dans l'étude comparée des phénomènes anormaux observés dans les années d'accentuation spéciale de ces illuminations. On a cité l'année 1831; je crois devoir signaler l'hiver de 1876-77 comme ayant présenté, à peu près aux mêmes dates, quelques phénomènes analogues à celui que nous traversons.

» Le 1er janvier 1877 eut un lever de soleil vraiment splendide; je l'observais à Dijon, et, d'après les renseignements que j'ai pu recueillir, il fut admiré dans les trois départements de la Côte-d'Or, du Doubs et de la Savoie. Quelques jours auparavant, le 27 décembre 1876, j'observais, au soleil levant, une colonne verticale rouge très remarquable; dans la nuit du 29 au 30, une pluie rouge intense tombait à Dinan. Les premiers jours de janvier 1877, ainsi que le 19 et le 20 du même mois, furent encore favorisés par des aurores rouges assez remarquables.

» Les partisans des éruptions volcaniques, comme cause de ces lueurs, auraient-ils encore à en signaler à peu près aux mêmes dates? »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la lueur rose crépusculaire à Buenos-Ayres.* Note de M. BEUF, présentée par M. Mouchez.

« Dans les *Comptes rendus* du 10 décembre dernier, M. d'Abbadie, en citant divers lieux du globe dans lesquels on a pu apercevoir le phéno-

mène de la lumière rose crépusculaire, dit qu'il serait utile de savoir si cette coloration a été vue en Amérique.

» La lueur crépusculaire en question a été aperçue pour la première fois dans les derniers jours de septembre à Buenos-Ayres et dans presque toute l'Amérique du Sud, et depuis elle n'a pas cessé de se montrer jusqu'à présent, sauf de rares intermittences.

» Les conditions du phénomène sont les mêmes que celles qui ont été signalées partout; il n'y a eu cependant de pluie de poussières d'aucune sorte. On a aperçu quelquefois le Soleil et la Lune colorés en vert ou en bleu pâle jusqu'à une hauteur de 20° à 30° environ.

» En ce moment le phénomène paraît être en voie de décroissance; la lueur rose ne se montre plus que deux ou trois fois par semaine, et son état va en diminuant.

» L'emploi du spectroscope semblait naturellement indiqué pour l'étude de ce météore, qui s'est montré ici avec une intensité et une splendeur incomparables : malheureusement je n'avais pas d'instrument de ce genre à ma disposition.

» En certaines soirées, la zone lumineuse rose atteignait jusqu'à 60° de hauteur, avec une étendue horizontale d'environ 120°.

» Généralement toute trace du phénomène avait disparu une heure trente minutes après le coucher du Soleil. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un mouvement subit de la mer à Montevideo.* Note de M. **Beuf**, présentée par M. Mouchez.

« Le 14 janvier dernier, la mer à Montevideo a été le théâtre d'un phénomène marin des plus remarquables. Ce jour-là, un peu après $7^h30^m$ du matin, tandis que beaucoup de personnes étaient aux bains de mer, les baigneurs qui nageaient en pleine eau se sont aperçus d'une baisse subite de la mer, de sorte qu'ils avaient pied là où quelques minutes auparavant il y avait près de $3^m$ d'eau. Au même instant on a vu, venant du large, dans la direction du sud-sud-ouest, une lame immense qui formait comme une ceinture de plusieurs kilomètres d'étendue, et qui est venue déferler sur la plage avec une violence extraordinaire; cette lame a été suivie de deux autres qui se sont succédé à une minute d'intervalle.

» La crue de la mer, survenue après la dépression dont j'ai parlé, a été d'environ $1^m,50$, comptée au-dessus du niveau moyen, et au bout de peu d'instants la mer a repris son état habituel.

» Le temps était presque calme avant, pendant et après le phénomène; température, 27° à 28° C. Le ciel était légèrement nébuleux, et quelques personnes ont vu comme une sorte de nuage accompagnant le mouvement de l'eau et qui a obscurci le Soleil pendant quelques instants.

» Un certain nombre de baigneurs ont été entraînés par la mer dans son mouvement de va-et-vient. On a pu les sauver, sauf une dame qui n'a pu être secourue à temps, et qui a été retirée noyée. Une cabane de baigneurs, montée sur roues, qui se trouvait à sec sur la plage, a été voiturée dans tous les sens par les trois volutes, sans que ceux qui y étaient enfermés aient eu à en souffrir.

» La hauteur de la crue a pu être mesurée avec certitude, parce que la mer est venue recouvrir un tremplin de baigneur qui, à l'état normal, est à $1^m,50$ au-dessus de l'eau.

» L'effet de ce *tremblement de mer*, ainsi que le nomment les habitants du pays, s'est fait sentir sur toute la partie de la côte habitée de Montevideo; mais il paraît avoir été le plus fort dans la partie comprise entre l'usine à gaz et la rue Zabala.

» Jusqu'à présent aucun renseignement n'a permis d'indiquer une cause quelconque à ce phénomène si singulier, qui ne paraît pas s'être étendu beaucoup plus loin que le périmètre de Montevideo, et qui a été absolument insensible à Buenos-Ayres. »

ASTRONOMIE. — *Sur le calcul de la rotation des taches du Soleil.* Note de M. **Pansiot**, présentée par M. Faye.

« La rotation diurne $\xi$ d'une tache solaire se déduit des longitudes héliographiques de la tache observée à des jours différents; et le calcul s'est fait jusqu'ici en supposant que ces longitudes soient obtenues toutes avec la même approximation. Cependant l'erreur $\delta\lambda$ à craindre sur la longitude varie suivant la position de la tache sur l'hémisphère visible du Soleil, et il paraît rationnel de donner aux longitudes, dans le calcul de la rotation $\xi$, des poids inversement proportionnels aux carrés des erreurs $\delta\lambda$.

» Je suppose les observations du Soleil faites d'après la méthode de Carrington, suivie à l'observatoire de Lyon, dans laquelle on rapporte la position de la tache vue sur l'écran à deux axes rectangulaires $Ox$, $Oy$, passant par le centre du disque; je remplacerai, dans ce qui suit, la position vue par la projection de la tache sur l'écran, car on peut évidemment admettre que les erreurs d'observation commises sur la première

seraient les mêmes sur la seconde. Je me propose donc de calculer les erreurs $\delta\lambda$, $\delta b$ de la longitude et de la latitude héliographiques de la tache, connaissant les erreurs $\delta x$, $\delta y$ des coordonnées de la projection.

» L'axe $Ox$ fait un angle de 45° avec la projection de l'axe de rotation de la Terre sur l'écran et un angle $\theta$ avec la projection de l'axe de rotation du Soleil : $\omega$ est l'angle de l'axe de rotation du Soleil et de sa projection, et $\lambda$ la longitude héliographique de la tache comptée à partir du méridien solaire perpendiculaire à l'écran, positivement vers le bord oriental. Les valeurs de $\lambda$ et de $b$ s'obtiennent au moyen des équations

$$\cos b \sin\lambda = x \sin\theta + y \cos\theta,$$
$$\cos\omega \sin b + \sin\omega \cos b \cos\lambda = x \cos\theta - y \sin\theta,$$

qui donnent par différentiation

$$\delta\lambda = \frac{(\delta x \cos\theta - \delta y \sin\theta) \operatorname{tang} b \sin\lambda + (\delta x \sin\theta + \delta y \cos\theta)(\cos\omega - \sin\omega \operatorname{tang} b \cos\lambda)}{\cos\omega \cos b \cos\lambda - \sin\omega \sin b},$$

$$\delta b = \frac{(\delta x \cos\theta - \delta y \sin\theta) \cos\lambda + (\delta x \sin\theta + \delta y \cos\theta) \sin\omega \sin\lambda}{\cos\omega \cos b \cos\lambda - \sin\omega \sin b}.$$

» En désignant par $\odot$ la longitude du Soleil, par K le complément de la longitude du nœud ascendant de l'équateur solaire, par $\varepsilon$ et $\varepsilon_1$ les inclinaisons de l'équateur terrestre et de l'équateur solaire sur le plan de l'écliptique, par $\varphi$ et $\psi$ deux angles auxiliaires, on a, pour déterminer $\omega$ et $\theta$, les équations

$$\sin\omega = \sin\varepsilon_1 \cos(\odot + K), \qquad \theta = 45^\circ + \varphi + \psi,$$
$$\operatorname{tang}\varphi = \operatorname{tang}\varepsilon_1 \sin(\odot + K), \quad \operatorname{tang}\psi = \operatorname{tang}\varepsilon \cos\odot.$$

» Les erreurs commises sur les temps de parcours des distances $x$ et $y$ se déduisent de celles qui affectent les passages de la tache et des bords du Soleil, et peuvent être supposées les mêmes en valeur absolue pour les deux directions. En supposant l'erreur commise sur $x$ de $1^s$ de temps, les valeurs de $\delta\lambda$ et de $\delta b$, en fractions de degré, s'obtiendront en faisant, dans l'expression de $\delta\lambda$,

$$\delta x = \frac{15 \sin 1'' \cos 45^\circ \cos D}{\operatorname{arc} 1^\circ \sin\frac{1}{2}d \cos b};$$

dans l'expression de $\delta b$,

$$\delta x = \frac{15 \sin 1'' \cos 45^\circ \cos D}{\operatorname{arc} 1^\circ \sin\frac{1}{2}d} \quad \text{et} \quad \delta y = \pm\,\delta x,$$

D étant la déclinaison et $d$ le diamètre apparent du Soleil.

» On calcule généralement la longitude $l$ de la tache comptée à partir de la ligne des nœuds de l'équateur solaire; il y a entre $l$ et $\lambda$ la relation

$$l + \lambda + \mu = 180^\circ, \quad \cos\mu = \frac{\sin(\odot + K)}{\cos\omega}.$$

» Voici un aperçu des valeurs de $\delta\lambda$ et de $\delta b$ ainsi calculées pour l'époque du 4 avril, où l'on a

$$\odot = 14^\circ 16', \quad \omega = 6^\circ 6', \quad \theta = 71^\circ 16'.$$

| | $b = -40^\circ$ | | $-30^\circ$ | | $-20^\circ$ | | $-10^\circ$ | | $b = 0^\circ$ | | $+10^\circ$ | | $+20^\circ$ | | $+30^\circ$ | | $+40^\circ$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\lambda$. | $\delta b$. | $\delta\lambda$. | $\delta b$. | $\delta\lambda$. | $\delta b$. | $\delta\lambda$. | $\delta b$. | $\delta\lambda$. | $\delta b$. | $\delta\lambda$. | $\delta b$. | $\delta\lambda$. | $\delta b$. | $\delta\lambda$. | $\delta b$. | $\delta\lambda$. | $\delta b$. | $\delta\lambda$. |
| $+80^\circ$.... | $0^\circ,74$ | $6^\circ,15$ | $0^\circ,79$ | $5^\circ,27$ | $0^\circ,85$ | $4^\circ,80$ | $0^\circ,95$ | $4^\circ,61$ | $1^\circ,03$ | $4^\circ,60$ | $1^\circ,15$ | $4^\circ,74$ | $1^\circ,30$ | $5^\circ,03$ | $1^\circ,49$ | $5^\circ,40$ | $1^\circ,70$ | $5^\circ,72$ |
| $+50$.... | 0,78 | 2,04 | 0,78 | 1,67 | 0,80 | 1,46 | 0,82 | 1,33 | 0,85 | 1,24 | 0,87 | 1,20 | 0,90 | 1,18 | 0,92 | 1,13 | 0,95 | 1,14 |
| 0.... | 0,75 | 1,06 | 0,76 | 0,93 | 0,77 | 0,85 | 0,78 | 0,82 | 0,80 | 0,80 | 0,81 | 0,81 | 0,83 | 0,85 | 0,84 | 0,90 | 0,86 | 1,02 |
| $-50$.... | 0,69 | 1,11 | 0,69 | 1,09 | 0,71 | 1,11 | 0,73 | 1,16 | 0,75 | 1,24 | 0,77 | 1,37 | 0,79 | 1,56 | 0,82 | 1,80 | 0,84 | 2,29 |
| $-80$.... | 0,40 | 2,63 | 0,43 | 2,98 | 0,47 | 3,37 | 0,51 | 3,88 | 0,56 | 4,60 | 0,63 | 5,62 | 0,71 | 7,20 | 0,81 | 9,67 | 0,93 | 13,70 |

» Ce Tableau montre que les positions de deux taches solaires, vues sur l'écran à des distances inégales du centre du disque, sont déterminées avec des approximations bien différentes, quoique l'erreur d'observation soit supposée la même dans les deux cas.

» Pour faire voir les différences que l'introduction de poids donnés aux longitudes amène dans la détermination de la valeur de $\xi$, je citerai, comme exemples, les taches contenues dans le Tableau suivant :

| | Tache. | Valeur de $\xi$ | | | Rotation d'après | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | sans poids. | avec poids. | Différence. | Carrington. | Spoerer. | Différence. |
| Toulouse (7 observations). | N° 763, groupe 251, tache très régulière.......... | $14^\circ,285$ | $14^\circ,237$ | $0^\circ,048$ | $14^\circ,393$ | $14^\circ,327$ | $0^\circ,066$ |
| Lyon (6 observations)..... | Fin mars 1883. Tache régulière.............. | 14,177 | 14,140 | 0,037 | 14,330 | 14,291 | 0,039 |

» On voit que les différences entre les valeurs de $\xi$ ainsi obtenues sont tout à fait comparables à celles des valeurs de la rotation données par les différents observateurs et peuvent servir à les expliquer. D'un autre côté, les différences dans la valeur de $\xi$ diminuent quand le nombre d'observations de la tache est plus grand; ainsi, avec la tache n° 1376, groupe 467 (*Annales de l'Observatoire de Toulouse*), observée onze fois, j'ai obtenu la même valeur par les deux méthodes; tandis que, pour la tache n° 648, groupe 207, observée seulement quatre fois, la rotation calculée sans poids est de $14^\circ,234$ et avec poids de $14^\circ,495$. C'est donc surtout dans le cas d'un petit nombre d'observations qu'il y a intérêt à suivre la règle que nous avons indiquée plus haut. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes hyperfuchsiens.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Les substitutions hyperfuchsiennes se subdivisent en substitutions elliptiques et hyperboliques, si on laisse de côté certains cas particuliers. Appelons *polaire* du point $(\alpha, \beta)$ la droite

$$\alpha_0 x + \beta_0 y = 1.$$

» Dans les substitutions elliptiques, la polaire de chacun des trois points doubles passe par les deux autres. Dans les substitutions hyperboliques, deux des points doubles sont sur l'hypersphère

$$xx_0 + yy_0 = 1, \tag{1}$$

et le troisième est le pôle de la droite qui joint les deux autres. Soient $(\alpha, \beta)$ et $(\gamma, \delta)$ les deux premiers points doubles situés sur l'hypersphère.

» Considérons l'hypersphère

$$(x - \alpha)(x_0 - \alpha_0) + (y - \beta)(y_0 - \beta_0) = \varepsilon^2, \tag{2}$$

où je supposerai que $\varepsilon$ est très petit. On peut toujours supposer que le multiplicateur de la substitution hyperbolique est assez grand pour que les transformés de tous les points de l'hypersphère (2) qui sont intérieurs à l'hypersphère (1) soient aussi près que l'on veut du point $(\gamma, \delta)$. Cela ne serait plus vrai des points extérieurs à (1).

» Cela posé, imaginons $n$ substitutions hyperboliques $S_1, S_2, \ldots, S_n$. Soient $(\alpha_i, \beta_i)$ et $(\gamma_i, \delta_i)$ les points doubles de $S_i$. Soient $\Sigma_i$ une hypersphère

$$(x - \alpha_i)(x_0 - \alpha_{i0}) + (y - \beta_i)(y_0 - \beta_{i0}) = \varepsilon_i^2$$

et $\Sigma'_i$ la transformée de cette sphère par $S_i$. On peut toujours supposer les $\varepsilon$ assez petits et les multiplicateurs des substitutions assez grands pour que les $\Sigma_i$ et les $\Sigma'_i$ n'aient aucun point commun *à l'intérieur de l'hypersphère* (1).

» Envisageons un domaine D limité par l'hypersphère (1) et par les surfaces $\Sigma_i$ et $\Sigma'_i$. D pourra être regardé comme le domaine générateur du groupe des substitutions S. La considération de ce domaine montre que ce groupe est discontinu à l'intérieur de l'hypersphère (1). La discontinuité peut même s'étendre à un domaine plus vaste, mais non pas à toutes les valeurs des variables.

» On est donc ainsi conduit à une classe de groupes hyperfuchsiens, tout à fait différente de la classe découverte par M. Picard et analogue à la troisième famille de groupes fuchsiens.

» Pour pouvoir appliquer à la théorie des groupes hyperfuchsiens les méthodes qui m'ont réussi dans l'étude des groupes fuchsiens, il est nécessaire de généraliser la notion des invariants analogues à la longueur, à l'angle et à la surface. Posons

$$xx_0 + yy_0 = \rho^2,$$
$$x_0\,dx + y_0\,dy = \rho\,dt, \quad x\,dx_0 + y\,dy_0 = \rho\,dt_0,$$
$$y\,dx - x\,dy = \rho\,du, \quad y_0\,dx_0 - x_0\,dy_0 = \rho\,du_0.$$

» L'intégrale

$$\int\sqrt{\frac{dt\,dt_0}{(1-\rho^2)^2} + \frac{du\,du_0}{1-\rho^2}}$$

est un invariant analogue à la longueur.

» Il existe aussi un invariant qui doit être assimilé à l'angle. Soient M, N, P trois points dont les coordonnées soient $(x, y)$, $(x + dx, y + dy)$, $(x + \delta x, y + \delta y)$; l'invariant $\varphi$, analogue à l'angle NMP, sera défini par l'équation

$$\cos^2\varphi = \frac{\left[\dfrac{du\,\delta u_0 + du_0\,\delta u}{(1-\rho^2)^2} + \dfrac{dt\,\delta t_0 + dt_0\,\delta t}{1-\rho^2}\right]^2}{4\left[\dfrac{du\,du_0}{(1-\rho^2)^2} + \dfrac{dt\,dt_0}{1-\rho^2}\right]\left[\dfrac{\delta u\,\delta u_0}{(1-\rho^2)^2} + \dfrac{\delta t\,\delta t_0}{1-\rho^2}\right]}.$$

» Il existe également des invariants analogues à la surface ou au volume à trois ou à quatre dimensions.

» Celui de ces invariants qui est analogue au volume à quatre dimensions a déjà été signalé par M. Picard. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la décomposition des nombres en cinq carrés*; par M. **A. Hurwitz**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« M. Stieltjes vous a communiqué, dans une Lettre insérée aux *Comptes rendus* du 31 décembre 1883, des résultats intéressants qui se rattachent à la décomposition d'un nombre entier en cinq carrés.

» A la fin de sa Lettre, M. Stieltjes indique une proposition qu'il a trouvée

par voie d'induction, savoir

$$F(p^2) = 10(p^3 - p + 1),$$
$$F(p^4) = 10[p(p^2 - 1)(p^3 + 1) + 1],$$

où l'on désigne par $F(n)$ le nombre des solutions de l'équation

$$n = x^2 + y^2 + z^2 + t^2 + u^2$$

et par $p$ un nombre premier impair.

» Or j'ai trouvé que l'on peut énoncer ce théorème plus général :

» *Le nombre des décompositions du carré d'un entier quelconque $m$ en cinq carrés s'exprime par*

$$F(m^2) = 10\,\frac{2^{3k+3} - 1}{2^3 - 1}\,\frac{p^{3\alpha+3} - p^{3\alpha+1} + p - 1}{p^3 - 1}\,\frac{q^{3\beta+3} - q^{3\beta+1} + q - 1}{q^3 - 1}\cdots;$$

*on suppose*

$$m = 2^k p^\alpha q^\beta \ldots,$$

$2, p, q, \ldots$ *étant des nombres premiers différents.*

» Pour le démontrer, posons $m = 2^k n$ et représentons, comme le fait M. Stieltjes, par $\varphi(a)$ la somme des diviseurs impairs du nombre entier $a$.

» On aura, d'après les formules de M. Stieltjes,

$$(1)\quad \begin{cases} F(m^2) = 10\,\dfrac{2^{3k+3} - 1}{2^3 - 1}\,[\varphi(n^2) + 2\varphi(n^2 - 2^2) + 2\varphi(n^2 - 4^2) + \ldots] \\ \qquad = 10\,\dfrac{2^{3k+3} - 1}{2^3 - 1}\sum \varphi(m', m''), \end{cases}$$

la somme portant sur tous les nombres $m'$, $m''$, positifs et impairs, satisfaisant à la condition

$$m' + m'' = 2n.$$

» Or on vérifie sans difficulté la relation suivante :

$$(2)\quad \begin{cases} \varphi(m', m'') = \varphi(m')\varphi(m'') - \sum \gamma\varphi\left(\dfrac{m'}{\gamma}\right)\varphi\left(\dfrac{m''}{\gamma}\right) + \sum \gamma^\delta\varphi\left(\dfrac{m'}{\gamma\delta}\right)\varphi\left(\dfrac{m''}{\gamma\delta}\right) \\ \qquad - \sum \gamma^{\delta\varepsilon}\varphi\left(\dfrac{m'}{\gamma\delta\varepsilon}\right)\varphi\left(\dfrac{m''}{\gamma\delta\varepsilon}\right) + \cdots, \end{cases}$$

$m'$ et $m''$ étant deux entiers quelconques, $\gamma, \delta, \varepsilon, \ldots$ étant les nombres premiers impairs qui divisent à la fois $m'$ et $m''$. Les sommes portent respecti-

vement sur tous les nombres $\gamma$, $\delta$, $\varepsilon$, ..., sur toutes les combinaisons de ces nombres pris trois à trois, et ainsi de suite.

» En s'aidant de cette relation, on trouve

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} \sum \varphi(m', m'') = \sum_{m'_1, m''_1} \varphi(m'_1)\varphi(m''_1) - \sum p \sum_{m'_p, m''_p} \varphi(m'_p)\varphi(m''_p) \\ + \sum pq \sum_{m'_{pq}, m''_{pq}} \varphi(m'_{pq})\varphi(m''_{pq}) + \ldots, \end{aligned}\right.$$

le signe $\sum_{m'_\delta, m''_\delta}$ portant sur tous les nombres $m'_\delta$, $m''_\delta$ positifs et impairs qui satisfont à la relation

$$m'_\delta + m''_\delta = 2\frac{n}{\delta}.$$

» Maintenant faisons usage de la formule connue

$$\begin{aligned} &\varphi(1)\varphi(2n-1) + \varphi(3)\varphi(2n-3) \\ &\quad + \varphi(5)\varphi(2n-5) + \ldots + \varphi(2n-1)\varphi(1) = \zeta_3(n), \end{aligned}$$

où $\zeta_3(n)$ représente la somme des cubes des diviseurs du nombre impair $n$. A l'aide de cette formule, l'équation (3) se transforme en celle-ci

$$\begin{aligned} \sum \varphi(m', m'') &= \zeta_3(n) - \sum p\zeta_3\left(\frac{n}{p}\right) + \sum pq\zeta_3\left(\frac{n}{pq}\right) + \ldots \\ &= [\zeta_3(p^\alpha) - p\zeta_3(p^{\alpha-1})][\zeta_3(q^\beta) - q\zeta_3(q^{\beta-1})]\ldots \\ &= \frac{p^{3\alpha+3} - p^{3\alpha+1} + p - 1}{p^3 - 1}\,\frac{q^{3\beta+3} - q^{3\beta+1} + q - 1}{q^3 - 1}\cdots. \end{aligned}$$

» En substituant cette valeur de $\Sigma\varphi(m', m'')$ dans l'équation (1), on obtient l'expression de $F(m^2)$ qu'il s'agissait de démontrer.

» Remarquons que l'on peut évaluer directement les sommes

$$\begin{aligned} A &= \varphi(m^2) + 2\varphi(m^2-4) + 2\varphi(m^2-16) + \ldots, \\ B &= \varphi(m^2-1) + \varphi(m^2-9) + \varphi(m^2-25) + \ldots, \end{aligned}$$

dont se compose $F(m^2) = 16(A + 2B) + 8(-1)^m(A - 2B)$, à l'aide de la relation (2) et des formules générales de M. Liouville [1]. C'est ainsi que l'on trouve vérifiées les formules de M. Stieltjes dans le cas spécial d'un nombre carré. Enfin, j'observe que ces formules mêmes se tirent en

---

[1] *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 2e série, t. III-X.

partie des résultats que M. Liouville a obtenus à la fin du septième article *Sur quelques formules générales, etc.* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 2e série, t. IV). »

MÉCANIQUE. — *Sur la propagation d'un ébranlement uniforme dans un gaz renfermé dans un tuyau cylindrique.* Note de MM. **Sebert** et **Hugoniot**, présentée par M. Cornu.

« Il est bien connu que la vitesse de propagation du son dans un gaz ne peut être considérée comme constante que si les dilatations ou condensations relatives sont extrêmement petites. Quand il en est autrement, les phénomènes deviennent assez complexes. Nous avons été amenés à nous en préoccuper au sujet de la compression ou de l'aspiration qui se manifeste pendant le tir dans le voisinage des canons et à cause de la liaison intime que présente la question avec la résistance de l'air, et nous avons reconnu que, dans un cas particulier, le problème devenait très simple.

» Il s'agit d'un gaz, primitivement en repos à la pression $p_0$ et à la densité $\delta_0$, renfermé dans un tuyau cylindrique, fermé à l'une de ses extrémités par un piston auquel on communique brusquement une vitesse V, que l'on maintient constante. On suppose que le mouvement s'accomplisse par tranches parallèles.

» Soient

$\omega$ la section du piston;
$x$ l'abscisse d'une section perpendiculaire aux génératrices;
$u$ le déplacement qu'elle a subi à l'instant $t$;
$p$ la pression correspondante.

» La dilatation de la tranche comprise entre les abscisses $x$ et $x + dx$ est $\frac{du}{dx}$ et sa vitesse $\frac{du}{dt}$. Il est clair que $\delta_0 \frac{d^2u}{dt^2} = -\frac{dp}{dx}$.

» Supposant que la pression $p$ dépende uniquement de $\frac{du}{dx}$, on a

$$p = p_0 \varphi\left(\frac{du}{dx}\right),$$

et l'équation du mouvement est

$$\delta_0 \frac{d^2u}{dt^2} = -p_0 \varphi'\left(\frac{du}{dx}\right)\frac{d^2u}{dx}. \tag{1}$$

» Soit $\xi$ l'abscisse du point où l'ébranlement est parvenu à l'instant $t$;

pour $x > \xi$, on a $u = 0$; pour $x < \xi$, on a $u = f(x, t)$. C'est la fonction $f(x, t)$ qu'il s'agit de déterminer. Les conditions auxquelles cette fonction doit satisfaire sont les suivantes : 1° elle doit être une intégrale particulière de l'équation aux dérivées partielles (1); 2° en y faisant $x = 0$, elle doit coïncider avec la loi du mouvement du piston, de sorte que, dans le cas dont il s'agit, elle doit se réduire à $Vt$ pour $x = 0$; 3° si P désigne la pression de la tranche en contact avec le piston, l'intégrale $\omega \int_0^t (P - p_0) dt$ doit être à chaque instant égale à la quantité de mouvement communiquée à la colonne gazeuse, dont les abscisses extrêmes sont zéro et $\xi$.

» Or l'équation (1) admet, quelle que soit la fonction $\varphi$, l'intégrale particulière $u = Ax + Bt$, et il est facile de voir que l'on peut déterminer les constantes A et B de manière que les deux autres conditions soient satisfaites. La première le sera si $B = V$. Posant, en outre, $A = -\frac{V}{a}$, l'intégrale devient $u = Vt - \frac{Vx}{a}$, et il faut chercher si, en adoptant pour la constante $a$ une valeur convenable, la condition relative aux quantités de mouvement peut être satisfaite à chaque instant.

» Si l'intégrale représente réellement la solution cherchée, les vitesses et les dilatations sont constantes dans tous les points atteints par l'ébranlement, de sorte qu'il en est de même des pressions; on a donc

$$p = P = p_0 \varphi\left(-\frac{V}{a}\right).$$

Il est clair, d'autre part, que l'on a à chaque instant $\xi = at$, de sorte que $a$ est la vitesse de propagation du mouvement. La quantité de mouvement communiquée au gaz est $\int_0^\xi \omega \delta_0 \frac{du}{dt} dx = \delta_0 \omega a t V$. On doit donc avoir

$$\delta_0 \omega a t V = \omega \int_0^t (P - p_0) dt = \omega p_0 t \left[\varphi\left(-\frac{V}{a}\right) - 1\right]$$

ou

$$a = \frac{p_0}{\delta_0 V} \left[\varphi\left(-\frac{V}{a}\right) - 1\right],$$

et la condition relative aux quantités de mouvement sera remplie à chaque instant si l'on adopte pour $a$ la racine de l'équation précédente.

» Quand il s'agit d'un gaz parfait, on admet d'habitude la relation adiabatique $p = p_0 \left(1 + \frac{du}{dx}\right)^{-m}$, $m$ désignant le rapport des chaleurs spé-

cifiques, de sorte que la vitesse de propagation du mouvement est donnée par l'équation

$$a = \frac{p_0}{\delta_0 V}\left[\left(1 - \frac{V}{a}\right)^{-m} - 1\right];$$

elle donne $a = 0$ pour $V = -\infty$, $a = \sqrt{\frac{mp_0}{\delta_0}}$ pour $V = 0$. Quand V augmente indéfiniment, il en est de même de $a$, et le rapport $\frac{V}{a}$ converge vers l'unité. Enfin, pour deux valeurs de V égales et de signes contraires, elle fournit deux valeurs de $a$ dont l'une est supérieure, l'autre inférieure à $\sqrt{\frac{mp_0}{\delta_0}}$; la première correspond à la propagation d'une onde condensée, l'autre à la propagation d'une onde dilatée. »

CHIMIE. — *Sur l'abaissement du point de congélation des dissolutions des sels alcalins;* par M. **F.-M. Raoult**, présentée par M. Berthelot.

« Comme suite aux recherches que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie (*Comptes rendus*, 26 février, 4 juin, 29 octobre 1883, etc.), je présente ci-après un Tableau des abaissements du point de congélation produits dans l'eau par les sels alcalins.

| | Formules. | Poids moléculaires. M. | Abaissements du point de congélation pour 1gr de sel dans 100gr d'eau. A. | Abaissements moléculaires. M × A. |
|---|---|---|---|---|
| **Premier groupe** — *Sels monométalliques.* | | | | |
| Azotate de potassium | $K, AzO^6$ | 101 | 0,305 | 30,8 |
| Azotate de sodium | $Na, AzO^6$ | 85 | 0,396 | 33,7 |
| Azotate d'ammonium | $Am, AzO^6$ | 80 | 0,400 | 32,0 |
| Azotate d'argent | $Ag, AzO^6$ | 170 | 0,174 | 29,6 |
| Perchlorate d'ammonium | $Am, ClO^8$ | 117,5 | 0,252 | 29,7 |
| Iodate de sodium | $Na, IO^6$ | 198 | 0,153 | 30,3 |
| Permanganate de potassium | $K, Mn^2O^8$ | 158,2 | 0,197 | 31,3 |
| Hypochlorite de sodium | $Na, ClO^2$ | 74,5 | 0,454 | 33,9 |
| Formiate de potassium | $K, C^2HO^4$ | 84 | 0,419 | 35,2 |
| Acétate de potassium | $K, C^4H^3O^4$ | 98 | 0,352 | 34,5 |
| Acétate de sodium | $Na, C^4H^3O^4$ | 82 | 0,390 | 32,0 |
| Chlorure de potassium | $K, Cl$ | 74,5 | 0,451 | 33,6 |

| | Formules. | Poids moléculaires. M. | Abaissements du point de congélation pour 1gr de sel dans 100gr d'eau. A. | Abaissements moléculaires. M × A. |
|---|---|---|---|---|
| Chlorure de sodium | Na, Cl | 58,5 | 0,600 | 35,1 |
| Chlorure de lithium | Li, Cl | 42,5 | 0,866 | 36,8 |
| Chlorure de césium | $C^3$, Cl | 159,5 | 0,211 | 23,6 |
| Chlorure d'ammonium | Am, Cl | 53,5 | 0,650 | 34,8 |
| Bromure de potassium | K, Br | 119 | 0,295 | 35,1 |
| Iodure de potassium | K, I | 166 | 0,212 | 35,2 |
| Iodure de triméthyléthylammonium | $AzC^{10}H^{14}$, I | 215 | 0,160 | 34,4 |
| Cyanure de potassium | KCy | 65 | 0,495 | 32,2 |
| Sulfocyanure de potassium | K, $CyS^2$ | 97 | 0,342 | 33,2 |
| Sulfhydrate de sodium | Na, H, $S^2$ | 56 | 0,648 | 36,3 |
| Sulfhydrate d'ammonium | Am, H, $S^2$ | 51 | 0,703 | 35,9 |
| Sulfite monopotassique | K, H, $S^2O^7$ | 120 | 0,270 | 32,5 |
| Sulfate monopotassique | K, H, $S^2O^8$ | 104 | 0,334 | 34,8 |
| Tartrate monosodique | Na, H, $C^8H^4O^{12}$ | 172 | 0,181 | 31,2 |
| Phosphite monosodique | Na, $H^2$, $PhO^6$ | 104 | 0,307 | 32,0 |
| Arséniate monopotassique | K, $H^2$, $AsO^8$ | 180 | 0,168 | 30,2 |
| Orthophosphate monosodique | Na, $H^2$, $PhO^8$ | 120 | 0,225 | 27,0 |
| Citrate monosodique | Na, $H^2$, $C^{12}H^5O^{14}$ | 214 | 0,125 | 26,8 |
| **Deuxième groupe.** — *Sels bimétalliques.* | | | | |
| Hyposulfite de sodium | $Na^2$, $S^4O^6$ | 158 | 0,252 | 39,9 |
| Sulfite de potassium | $K^2$, $S^2O^6$ | 158 | 0,285 | 45,1 |
| Sulfate de potassium | $K^2$, $S^2O^8$ | 174 | 0,224 | 39,0 |
| Sulfate de sodium | $Na^2$, $S^2O^8$ | 142 | 0,249 | 35,4 |
| Sulfate d'ammonium | $Am^2$, $S^2O^8$ | 132 | 0,280 | 37,0 |
| Séléniate d'ammonium | $Am^2$, $Se^2O^8$ | 179 | 0,215 | 38,6 |
| Chromate de potassium | $K^2$, $Cr^2O^8$ | 194,5 | 0,200 | 38,9 |
| Bichromate de potassium | $K^2$, $CrO^{14}$ | 298 | 0,146 | 43,7 |
| Tungstate de sodium | $Na^2$, $W^2O^8$ | 294 | 0,148 | 43,6 |
| Carbonate de potassium | $K^2$, $C^2O^6$ | 138 | 0,303 | 41,8 |
| Carbonate de sodium | $Na^2$, $C^2O^6$ | 106 | 0,380 | 40,3 |
| Oxalate de potassium | $K^2$, $C^4O^8$ | 166 | 0,271 | 45,0 |
| Tartrate de potassium | $K^2$, $C^8H^4O^{12}$ | 226 | 0,160 | 36,3 |
| Nitroprussiate de sodium | $Na^2$, $Fe^2Cy^5AzO$ | 262 | 0,179 | 46,8 |
| Phosphite bisodique | $Na^2$, H, $PhO^6$ | 126 | 0,327 | 41,2 |
| Orthophosphate bisodique | $Na^2$, H, $PhO^8$ | 166 | 0,260 | 37,0 |
| Citrate bisodique | $Na^2$, H, $C^{12}H^5O^{14}$ | 236 | 0,161 | 38,1 |

| | Formules. | Poids moléculaires. M. | Abaissement du point de congélation pour 1gr de sel dans 100gr d'eau. A. | Abaissements moléculaires. M × A. |
|---|---|---|---|---|
| **Troisième groupe. — *Sels trimétalliques.*** | | | | |
| Phosphate trisodique | $Na^3, PhO^8$ | 164,0 | 0,298 | 48,9 |
| Citrate trisodique | $Na^3, C^{12}H^5O^{14}$ | 258,0 | 0,186 | 48,0 |
| **Quatrième groupe. — *Sels trimétalliques.*** | | | | |
| Pyrophosphate de sodium | $Na^4, Ph^2O^{14}$ | 266,0 | 0,172 | 45,8 |
| Prussiate de potasse | $K^4, Fe^2Cy^6$ | 422,0 | 0,110 | 46,3 |
| **Cinquième groupe. — *Sels hexamétalliques.*** | | | | |
| Ferricyanure de potassium | $K^6, Fe^4Cy^{12}$ | 658,6 | 0,144 | 94,8 |
| Cobalticyanure de potassium | $K^6, Co^4Cy^{12}$ | 663,6 | 0,146 | 96,9 |

» Dans le Tableau précédent, les sels ont été partagés en cinq groupes, d'après le nombre des atomes de métal contenus dans chaque molécule saline; il est aisé de voir que les différents sels d'un même groupe présentent, à peu près, le même abaissement moléculaire de congélation.

» Le *premier* groupe comprend tous les sels alcalins neutres ou acides dont la molécule renferme *un seul atome* de métal. Les sels de ce groupe ont des abaissements moléculaires de congélation toujours compris entre 27 et 36; moyenne 32. Les abaissements voisins de 31 y sont produits par les sels neutres à acides oxydants. Les abaissements voisins de 35 le sont par les sels neutres à acides non oxydants. Les rares abaissements qui descendent jusqu'à 27 appartiennent à des sels diacides, et ils doivent leur faiblesse exceptionnelle à la décomposition partielle que ces sels subissent dans l'eau.

» Le *deuxième* groupe comprend les sels alcalins, dont la molécule renferme *deux atomes* de métal. L'abaissement moléculaire y est toujours voisin de 40, du moins pour les sels que l'eau ne décompose pas.

» Le *troisième* groupe contient les sels alcalins, dont la molécule renferme *trois atomes* de métal; son abaissement moléculaire est 48. Ce nombre est certainement un peu trop fort, parce que les sels qui le produisent se décomposent partiellement dans l'eau (M. Berthelot, *Méc. chim.*).

» Le *quatrième* groupe contient les sels alcalins, dont la molécule ren-

ferme *quatre atomes* de métal. L'abaissement moléculaire y est toujours très rapproché de 47.

» Le *cinquième* groupe est formé du ferricyanure et du cobalticyanure de potassium, dans lesquels on suppose *six atomes* de potassium par molécule de sel. L'abaissement moléculaire moyen de congélation y est de 96. Cette valeur est tout à fait anormale et fait penser que les poids moléculaires attribués à ces deux sels sont trop forts de moitié, du moins à l'état dissous. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation du chlorure et des oxychlorures d'antimoine*. Note de M. **Guntz**, présentée par M. Berthelot.

« Le chlorure d'antimoine est, comme on le sait, décomposé par l'eau, en donnant, suivant la proportion d'eau ajoutée, les oxychlorures $SbO^2Cl$, $Sb^2O^5Cl$, ou l'oxyde d'antimoine.

» J'ai étudié ces réactions au point de vue thermique, en mesurant la chaleur de formation de ces composés à partir de l'oxyde d'antimoine cristallisé et de l'acide chlorhydrique gazeux, seuls composants définis que l'on puisse employer dans les déterminations calorimétriques.

» Cette mesure n'avait pas été faite, M. Thomsen, dans des mesures analogues, ayant opéré, non sur l'oxyde anhydre, mais sur un corps qu'il regarde comme un oxyde hydraté, et qui ne présente pas en réalité une composition bien définie, retenant soit du chlore, soit de la soude, suivant les conditions.

» I. *Chaleur de formation du chlorure d'antimoine*. — Deux méthodes différentes m'ont donné le même résultat :

» 1° On dissout un poids déterminé de chlorure d'antimoine dans une solution concentrée d'acide chlorhydrique ($110^{gr}$ par litre); puis le poids d'oxyde correspondant dans une solution d'acide chlorhydrique, telle que l'état final fût le même que dans le cas précédent, tout étant dissous. Des nombres observés vers 9°, de la chaleur de dissolution et de dilution de l'acide chlorhydrique, on déduit le résultat cherché. J'ai trouvé, pour

$SbO^3$ anhydre prismatique $+ 3HCl$ gaz $= SbCl^3$ solide $+ 3HO$ solide . . $+47^{Cal},24$

les nombres $+47^{Cal},37$, $+46^{Cal},92$, $+46^{Cal},42$.

» 2° On dissout le chlorure d'antimoine dans une solution très étendue d'acide fluorhydrique ($10^{gr}$ par kilogramme de solution), puis le poids correspondant d'oxyde dans une solution telle que l'état final fût le même que le précédent. Cette méthode est avantageuse, vu la solubilité du fluorure

d'antimoine. Ces expériences, faites vers 9°, donnent pour chaleur de formation du chlorure, à partir de l'oxyde d'antimoine prismatique et du gaz chlorhydrique, $+47^{\text{Cal}},26$, $+47^{\text{Cal}},51$, moyenne $+47^{\text{Cal}},38$. Nous adopterons le nombre $+47^{\text{Cal}},4$.

» II. *Chaleur de formation de l'oxychlorure d'antimoine*, $SbO^2Cl$. — L'oxychlorure $SbO^2Cl$ a été préparé en décomposant 10 parties de chlorure d'antimoine par 7 parties d'eau froide. J'en ai vérifié la composition par une analyse exacte. Sa chaleur de formation a été mesurée en le dissolvant vers 9° dans l'acide fluorhydrique étendu et opérant comme pour le chlorure. J'ai trouvé les nombres $+19^{\text{Cal}},33$, $+19^{\text{Cal}},53$ pour

$$SbO^3 \text{ crist. prismatique} + HCl \text{ gaz} = Sb^2Cl \text{ sol.} + HO \text{ sol} \ldots\ldots\ldots \quad +19^{\text{Cal}},4$$

» III. *Chaleur de formation de l'oxychlorure d'antimoine* $Sb^2O^5Cl$. — L'oxychlorure dont je me suis servi était bien cristallisé en prismes appartenant au système triclinique; je l'ai obtenu pur et anhydre en décomposant à 250° le chlorure d'antimoine par son poids d'eau. La même méthode que pour le composé précédent m'a donné comme chaleur de formation vers 9° les nombres $+2\times10,44$, $+2\times10,51$ pour

$$2SbO^3 \text{ sol. prismatique} + HCl \text{ gaz} = Sb^2O^5Cl \text{ sol.} + HO \text{ sol} \ldots \quad +2\times10^{\text{Cal}},3.$$

» On peut déduire de ces nombres l'action de l'eau sur le chlorure d'antimoine en admettant l'identité des produits formés (oxyde ou oxychlorures).

» La décomposition par l'eau étant supposée s'arrêter à l'un des composés $SbO^2Cl$, $Sb^2O^5Cl$, $SbO^3$, elle dégage

$$\begin{array}{lll}
SbCl^3 \text{ sol.} + nHO = & SbO^2Cl \text{ sol.} + (n-2)HO + 2HCl \ldots & \overset{\text{Cal}}{+8,36} - 2A_1 \\
SbCl^3 \text{ sol.} + nHO = & \tfrac{1}{5}Sb^2O^5Cl \text{ sol.} + (n-\tfrac{5}{2})HO + \tfrac{5}{2}HCl \ldots & +8,46 - \tfrac{5}{2}A_2 \\
SbCl^3 \text{ sol.} + nHO = & SbO^3 \text{ sol.} \quad + (n-3)HO + 3HCl \ldots & +7,1 \quad - 3A_3
\end{array}$$

A étant la chaleur dégagée dans la dilution par une grande quantité d'eau de $1^{\text{éq}}$ d'acide chlorhydrique dont la concentration correspond à l'une des formules précédentes. On voit donc qu'il doit se former d'abord les oxychlorures d'antimoine, leur formation répondant au maximum thermique, et de plus, si A est relativement considérable et que

$$8,36 - 2A_1 > 8,46 - 2,5A_2,$$

c'est l'oxychlorure $SbO^2Cl$ qui répond au maximum thermique et doit se former de préférence dans ce cas. Mais, comme on ne connaît pas exac-

tement l'état de dissociation des hydrates chlorhydriques dans la liqueur, on ne peut calculer exactement A et en déduire $n$, c'est-à-dire la quantité d'eau qui, ajoutée au chlorure d'antimoine, fournit l'oxychlorure $SbO^2Cl$. Nous ne pouvons qu'indiquer le sens du phénomène, c'est-à-dire la formation d'abord de l'oxychlorure $SbO^2Cl$, puis celle du composé $Sb^2O^5Cl$. Ces déductions de la théorie sont conformes aux observations de M. Sabanejeff, relatives à l'action de l'eau sur le chlorure d'antimoine.

» J'ai été conduit à refaire ces mesures en les rapportant à un état bien défini, oxyde d'antimoine cristallisé prismatique et gaz chlorhydrique, n'ayant pu obtenir l'hydrate fictif $SbO^3, 3HO$, auquel M. Thomsen rapporte ses données.

» Dans la méthode de ce savant, d'après les nombres qu'il donne dans son livre de Thermochimie, il y a de nombreuses causes d'incertitudes sur l'état final de ses produits. En effet, la décomposition du chlorure d'antimoine par l'eau ne donne pas exactement l'oxychlorure $Sb^2O^5Cl$. En outre, en lavant à l'eau l'oxychlorure résultant, on lui enlève toujours une notable quantité de chlore (¹).

» Ce n'est pas tout :

» L'oxychlorure, traité par la soude étendue, retient toujours une certaine quantité d'alcali (²), et l'on ne peut par conséquent pas déduire de la perte de titre de la liqueur, comme l'a fait M. Thomsen, la quantité réelle de soude employée pour la transformation de l'oxychlorure en oxyde hydraté. En raison de ces faits, l'accord des résultats numériques ne peut résulter que des compensations accidentelles, telles que la perte de chlore par lavages, compensée par une perte correspondante de titre alcalimétrique, résultant de la fixation de la soude ».

---

(¹) Oxychlorure obtenu en traitant $SbCl^3$ par 33 fois son poids d'eau, lavé ensuite par décantations successives avec 50 fois son poids d'eau :

Perte par lavage...... $0,52 - 0,47 = 0,05$.

Cette quantité change beaucoup les résultats calorimétriques.

(²) L'oxychlorure précédent étant traité par la soude ($1^{éq} = 10^{lit}$) strictement équivalente donne une liqueur neutre. On y retrouve seulement 0,45 au lieu de 0,47 de chlore. Il y a donc une perte qui correspond à $\frac{1}{35}$ du poids total de chlore et indique l'existence de quantités correspondantes d'antimonite de soude formé et d'oxychlorure non décomposé. Enfin, la liqueur retient toujours en dissolution une petite quantité d'antimonite de soude.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation des oxybromures de mercure.* Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

« 1. J'ai donné récemment (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 298) la chaleur de formation de quelques oxychlorures de mercure. Voici la chaleur de formation des oxybromures obtenus par la voie sèche, en chauffant en tube scellé pendant six heures, vers 300°, soit $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{10}$ ou $\frac{4}{10}$ d'équivalent d'oxyde rouge avec $\frac{1}{10}$ d'équivalent de bromure de mercure (un peu plus en réalité, soit $19^{gr},8$ au lieu de $18^{gr}$, le bromure se sublimant toujours un peu à la partie supérieure du tube). Les deux substances étaient au préalable intimement mélangées par trituration. Les corps ainsi obtenus ont une apparence homogène; ils sont gris de fer, cristallins. Ils donnent avec la potasse de l'oxyde jaune de mercure. Leur composition a été vérifiée par l'analyse.

» J'ai dissous ces composés dans l'acide bromhydrique en excès, le bromure de mercure étant trop peu soluble dans l'eau seule à la température ordinaire.

» J'ai ainsi obtenu, à 9°,

1° HgO, HgBr + 5HBr dissous = 2(HgBr, 2HBr dissous) + HO, dégage.. $+17^{Cal},74$

Or, on a, à 9°,

HgO solide + 3HBr dissous = HgBr, 2HBr dissous + HO, dégage........ $+17^{Cal},6$
HgBr solide + 2HBr dissous = HgBr, 2HBr dissous, dégage............. $+1^{Cal},8$

On en déduit, pour la chaleur de combinaison,

HgO + HgBr, dégage.......................................... $+1^{Cal},66$
2° 2HgO, HgBr + 8HBr dissous = 3(HgBr, 2HBr dissous) + 2HO, dégage. $+34^{Cal},8$

d'où

2HgO + HgBr, dégage.......................................... $+2^{Cal},20$
3° 3HgO, HgBr + 11HBr dissous = 4(HgBr, 2HBr dissous) + 3HO dégage. $+51^{Cal},44$

d'où

3HgO + HgBr dégage.......................................... $+3^{Cal},16$
4° 4HgO, HgBr + 14HBr dissous = 5(HgBr, 2HBr dissous) + 4HO dégage. $+68^{Cal},3$

d'où

4HgO + HgBr dégage.......................................... $+3^{Cal},90$

» 2. Je n'ai pas réussi à préparer par la voie humide le composé

$$3HgO, HgBr,$$

indiqué par Lœwig et Rammelsberg; j'ai toujours obtenu un corps plus basique.

» Ainsi, en versant goutte à goutte du carbonate de soude dans une solution de bromure de mercure en excès et bouillante, il se fait un précipité brun qui, recueilli, lavé et séché à 100°, constitue une poudre fine assez légère, donnant avec la potasse de l'oxyde jaune et qui répond à la formule $4HgO, HgBr$ :

| | Trouvé. | Calculé. |
|---|---|---|
| Br | 13.17 | 13,07 |
| Hg | 81.50 | 81,69 |

» Sa chaleur de formation est exactement la même que celle du corps de même formule obtenu par la voie sèche.

» 3. C'est encore le corps $4HgO, HgBr$ que j'ai obtenu, soit en versant à froid un excès de carbonate de soude dans du bromure de mercure dissous, soit en chauffant dans $1^{lit}$ d'eau poids égaux ($50^{vol}$ de chacun) d'oxyde rouge et de bromure de mercure au voisinage de l'ébullition pendant douze heures. Il se forme dans ce dernier cas un corps brun cristallin. Ces deux composés donnent avec la potasse de l'oxyde jaune.

» On voit, d'après ce qui précède, que la chaleur de formation des oxybromures de mercure est un peu inférieure à celle des composés correspondants du plomb et inférieure également à celle des oxychlorures de mercure de même formule, sauf pour le premier terme de chaque série $HgO, HgCl$ et $HgO, HgBr$, dont les chaleurs de formation se trouvent être égales. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse des bases pyridiques et pipéridiques.* Note de M. A. LADENBURG, présentée par M. Friedel.

« Les bases de la série pyridique sont des bases tertiaires. Elles se combinent aux iodures alcooliques en donnant des iodures quaternaires. Si l'on chauffe ces iodures à 290°, ils se transforment partiellement en iodhydrates de bases tertiaires, homologues de la pyridine employée. Par cette réaction on obtient toujours deux bases isomériques, dont l'une, qui se forme en quantité prépondérante, appartient à la série $\gamma$, pendant que

l'autre, qui se trouve en moindre quantité et avec un point d'ébullition plus élevé, appartient probablement à la série $\alpha$.

» C'est ainsi que j'ai pu transformer la pyridine, en la combinant avec l'iodure d'éthyle et en chauffant ce corps en tubes scellés à 290°, en deux bases de la formule de la lutidine $C^7H^9Az$, dont l'une bout entre 153° et 154° et donne par oxydation l'acide isonicotianique, pendant que l'autre bout vers 166° et ne donne que des traces d'un acide que je n'ai encore pu isoler à l'état de pureté.

» De même, le mélange de pyridine avec l'iodure de propyle donne, quand on le chauffe, deux bases de la formule $C^8H^{11}Az$. L'une, bouillant à 163°, est la $\gamma$-propylpyridine, qui est transformée par oxydation en acide isonicotianique. La seconde base isomérique bout à 174° et est caractérisée par un sel de platine assez peu soluble et cristallisant très nettement.

» Avec l'iodure de méthyle, la réaction paraît être tout à fait analogue, mais je n'ai pas encore isolé les produits formés.

» Si l'on chauffe ces iodures quaternaires à une température encore plus élevée, il se forme de l'ammoniaque en quantité notable et des carbures aromatiques. Dans la réaction avec l'iodure d'éthyle, j'ai pu isoler l'éthyle-benzine, que j'ai transformée par oxydation en acide benzoïque.

» La transformation des bases pyridiques en bases pipéridiques est réalisée par l'action du sodium en solution alcoolique et à chaud. De cette manière, on obtient un rendement presque théorique, et il ne reste que des traces à peine appréciables de la base employée.

» En suivant cette voie, on pourra préparer toute la série des bases pipéridiques, dont on ne connaît que le terme initial, la pipéridine $C^5H^{11}Az$.

» La pyridine se transforme ainsi en pipéridine, que je suis en train de comparer à la base dérivant de la pipérine. Il paraît bien qu'elles sont identiques, au moins l'odeur des bases est la même, et les sels doubles de platine ont le même point de fusion et la même composition.

» J'ai en outre préparé une méthylpipéridine $C^6H^{13}Az$, différant complètement de la méthylpipéridine de M. Hofmann et prenant naissance d'une méthylpyridine contenue dans l'huile de Dippel. La base employée n'avait pas un point d'ébullition très constant et contenait de la $\beta$-méthylpyridine, pendant que le produit principal était l'$\alpha$-picoline. Le produit de la réaction fut transformé complètement en nitrosamine et celle-ci décomposée par l'acide chlorhydrique.

» La base, éliminée de son chlorhydrate, constitue un liquide clair et fortement alcalin, bouillant à 122° et possédant l'odeur de la pipéridine.

Elle se dissout très facilement dans l'eau en s'échauffant, mais se sépare d'une solution très concentrée par une élévation de température. Elle donne un chlorhydrate cristallisable et non déliquescent, un sel de platine cristallisé et très soluble, un sel d'or beaucoup moins soluble et fondant dans l'eau à peine chaude.

» La γ-éthylpipéridine $C^7H^{15}Az$ a été préparée de la même manière, en partant de la γ-éthylpyridine synthétique indiquée plus haut. Son odeur rappelle celle de la conicine, et elle se comporte vis-à-vis de l'eau comme celle-là. Elle bout à 143° et donne un très beau chlorhydrate cristallisé.

» Je continue l'étude de ces bases, qui sera d'autant plus intéressante que les corps en question sont assurément en rapport très intime avec la conicine et la tropidine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'addition du chlorure d'iode* ICl *à l'éthylène monochloré* $CH^2=CHCl$. Note de M. L. Henry, présentée par M. Wurtz.

« Je me suis proposé d'étudier les produits d'addition du chlorure d'iode ICl aux dérivés haloïdes monosubstitués $C^2H^3X$ de l'éthylène

$$\begin{array}{ccc} CHCl & CHBr & CHI \\ \| & \| & \| \\ CH^2 & CH^2 & CH^2 \end{array}.$$

» Voici dans quel but le chlorure d'iode, réactif aisé à obtenir, renferme les deux éléments extrêmes de la triade halogénique, éléments équivalents, mais très différents d'énergie; il est intéressant de déterminer comment ces éléments se placent vis-à-vis des chaînons monocarbonés $\begin{matrix}X\\H\end{matrix}\!>C-$ et $\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!>C-$ et quelle influence exerce sur leur localisation la nature du corps halogène X renfermé dans l'éthylène monosubstitué.

» Je m'occuperai exclusivement aujourd'hui de l'addition du chlorure d'iode à l'éthylène monochloré.

» Ainsi qu'il fallait s'y attendre, l'éthylène monochloré est absorbé plus lentement encore que l'éthylène lui-même par la solution aqueuse du chlorure d'iode; le produit qui résulte de cette absorption tombe au fond de la liqueur, où il constitue une huile faiblement colorée en brun; il est d'une pureté remarquable.

» L'iodure d'éthyle bichloré $C^2H^3Cl^2I$, ainsi préparé, constitue un li-

quide incolore, mais se colorant rapidement en pourpre à la lumière, d'une faible odeur éthérée, d'une saveur douce et piquante à la fois.

» Sa densité à 0° est, par rapport à l'eau à la même température, 2,2187; il bout, sous la pression de 774^mm, à 171°-172°, en se colorant légèrement en violet; un globule de mercure le décolore aisément. Ce point d'ébullition est celui qu'assignent à ce composé ses relations de composition avec d'autres dérivés haloïdes de l'éthane, chlorés, bromés et iodés.

» Quelle est la structure de ce composé et comment se sont placés l'iode et le chlore de ICl vis-à-vis des deux atomes de carbone $H^2C$- et ClHC- de l'éthylène monochloré? L'action des bases fortes sur le composé $C^2H^3Cl^2Br$ permet de résoudre ces questions.

» L'iodure d'éthyle bichloré réagit instantanément avec la potasse caustique, en solution dans l'alcool absolu; j'ai pris de ces corps des quantités correspondant à leur poids moléculaire; le précipité potassique obtenu est un mélange d'iodure et de chlorure correspondant au rapport $4KI + KCl$; ce mélange salin a fourni, en effet, 146,5 pour 100 du précipité argentique; la proportion indiquée répond à 146,71, alors que le chlorure de potassium seul répond à 192,61 pour 100 et l'iodure à 141,56 de composé argentique. Les $\frac{4}{5}$ de l'iodure d'éthyle bichloré $C^2H^3Cl^2I$ ont donc perdu virtuellement une molécule de HI, et le cinquième restant, une molécule de HCl, sous forme de sel alcalin.

» Avec la soude caustique et l'éthylate sodique en solution alcoolique, la réaction se passe de même, à cette différence près que le chlorure sodique *seul* se précipite, l'iodure NaI étant soluble dans l'alcool; 57^gr de produit $C^2H^3Cl^2I$ m'ont fourni, à peu de chose près, 3^gr de précipité sodique, lequel a été reconnu être du *chlorure de sodium pur*. Or 3^gr de sel marin correspondent à 11^gr,54 de composé $C^2H^3Cl^2I$, lesquels représentent $\frac{1}{5}$ de la quantité totale du composé éthanique mis en réaction.

» Ces deux opérations concordent donc d'une manière satisfaisante.

» L'eau précipite de la liqueur alcoolique filtrée une huile insoluble, plus dense qu'elle-même, colorée en brun par l'iode. Soumis à la distillation, après dessiccation, ce liquide se sépare aisément en deux parties inégales : l'une, de beaucoup la plus considérable, est constituée par l'éthylène bichloré dissymétrique $H^2C = CCl^2$ (ébullition, 35°-37°); l'autre, relativement faible, est de l'*éthylène chloro-iodé dissymétrique* $H^2C = CClI$, lequel bout à 101°-102°, sous la pression ordinaire [1].

---

[1] Je décrirai ce composé dans une Communication spéciale, en même temps que

» Quelle est l'interprétation à donner à ces faits quant à l'addition de ICl? Pour des raisons qu'il serait trop long d'exposer ici, j'avais d'abord pensé que l'iode s'ajoutait intégralement au chaînon $-CH^2$ et que le produit d'addition $C^2H^3Cl + ICl$ était constitué exclusivement par l'iodure d'éthyle bichloré dissymétrique $CHCl^2-CH^2I$. Je croyais pouvoir rattacher la formation de l'éthylène chloro-iodé $CH^2=CClI$ à la réaction de $CH^2=CCl^2$, produit unique et immédiat formé aux dépens de $CHCl^2-CH^2I$ par les alcalis caustiques, sur l'iodure alcalin simultanément formé. Cette supposition ne peut être admise comme une réalité : j'ai en effet constaté que $CH^2=CCl^2$, de même que $CH^2=CClBr$, est incapable de faire la double décomposition, dans les conditions où se produisent ces réactions, avec les iodures alcalins, et notamment avec la solution de NaI dans l'alcool à l'ébullition. L'éthylène chloro-iodé $CH^2=CClI$ n'est donc pas le fruit d'une action secondaire. Cela étant, il faut admettre que le composé primitif $C^2H^3Cl^2I$ n'est pas homogène, qu'il est composé de deux isomères :

$$(a) \qquad \begin{cases} CHCl^2 \\ \vert \\ CH^2I, \end{cases}$$

$$(b) \qquad \begin{cases} CHClI \\ \vert \\ CH^2Cl, \end{cases}$$

qui s'y trouvent en quantités inégales, dans la proportion de *quatre* molécules du composé (*a*) pour *une* seule du composé (*b*).

» Je ferai remarquer que, d'après leurs analogies de composition avec d'autres composés éthaniques, deux isomères de cette nature doivent avoir le même point d'ébullition, ou à peu de chose près ; il n'est donc pas possible de les séparer l'un de l'autre par la distillation.

» Il résulte de là que les deux radicaux I et Cl du système ICl se fixent *simultanément*, l'un et l'autre, sur chacun des chaînons monocarburés

$$\begin{matrix} H \\ Cl \end{matrix} > C \quad \text{et} \quad \begin{matrix} H \\ H \end{matrix} > C$$

de l'éthylène monochloré $C^2H^3Cl$, mais en quantité inégale : le chlore se fixe surtout sur l'atome de carbone le moins riche en hydrogène, dans le voisinage du chlore lui-même ; l'iode, le radical le moins négatif, surtout sur

---

$CH^2=CBrI$, lequel forme le produit principal de l'action de la potasse alcoolique sur $CH^2=CHBr + ICl$.

l'atome de carbone le plus hydrogéné, dans la proportion approximative de 4 à 1.

» J'aurai l'honneur de faire connaître, dans une Communication prochaine, comment se comporte ICl vis-à-vis de l'éthylène monobromé. Je puis dire dès à présent que la répartition des radicaux I et Cl n'est pas la même vis-à-vis des deux atomes de carbone de ce composé que celle que je viens de constater quant à $C^2H^3Cl$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveau dédoublement du carbamate d'éthyle.* Note de M. G. Arth.

« En étudiant les réactions que présente le composé $C^{11}H^{19}AzO^2$, que l'on obtient par l'action du cyanogène sur le bornéol iodé, M. Haller [1] a trouvé que, sous l'influence de la potasse alcoolique employée en quantité théorique, ce produit se dédouble en cyanate de potassium, eau et bornéol, ce qui l'engagea à décrire le nouveau corps sous le nom de *cyanate de bornéol*. Plus tard il trouva, en traitant son dérivé par l'hydrure de benzoyle et l'acide chlorhydrique, d'après la méthode de Bischoff, qu'il se comporte comme le ferait un éther carbamique du bornéol, dont il possède du reste la composition. D'autres réactions vinrent encore appuyer cette manière de voir.

» J'ai constaté, de mon côté, des faits absolument identiques avec un dérivé du menthol qui répond à la formule $C^{11}H^{21}AzO^2$, et qui est obtenu par le même procédé que le corps de M. Haller [2]. Comme cette production de cyanate de potassium n'a jamais été signalée parmi les propriétés des uréthanes de la série éthylique déjà antérieurement connus, j'ai cru qu'il ne serait pas sans intérêt de rechercher si ce dédoublement appartient à tous les éthers carbamiques en général, ou bien s'il faut le considérer comme particulier aux deux composés dont j'ai parlé plus haut. Dans ce cas, il faudrait attribuer à ceux-ci une fonction spéciale, participant à la fois des éthers cyaniques ou des uréthanes.

» Le carbamate d'éthyle dont je me suis servi a été préparé au moyen de l'azotate d'urée et de l'alcool absolu. La substance, parfaitement cristallisée, fut placée dans un ballon avec de l'alcool concentré et le poids de potasse théoriquement nécessaire pour produire la réaction cherchée, et

(1) Haller, *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1511, et XCIV, p. 869 et suiv.

(2) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 872.

le mélange fut chauffé pendant une demi-heure à la température du bain-marie, en ayant soin de faire refluer l'alcool dans le ballon au moyen d'un réfrigérant ascendant. Après avoir laissé refroidir l'appareil, on y trouva une abondante cristallisation de lamelles brillantes, dures, ayant l'aspect du chlorate de potassium, et dont le liquide alcoolique fournit encore une petite portion par évaporation. Ces cristaux furent reconnus pour du cyanate de potassium, par leur transformation en urée, obtenue en évaporant leur solution aqueuse avec du sulfate d'ammoniaque, et par le dégagement d'ammoniaque qui se produit lorsqu'on les fait bouillir avec une lessive de potasse. Le rendement est d'environ 65 pour 100 de ce qu'exige la théorie; il se dégage, en même temps, pendant presque toute la durée de l'opération, mais surtout vers la fin, de l'ammoniaque provenant de l'action de la potasse sur le cyanate déjà formé.

» Il me semble donc permis d'admettre que la réaction observée pour la première fois par M. Haller est générale, et que tous les éthers carbamiques se dédoublent suivant l'équation

$$CO\begin{cases} AzH^2 \\ O\overset{|}{R} \end{cases} + KOH = CAzOK + \overset{|}{R}.OH + H^2O,$$

R désignant un radical alcoolique monovalent quelconque; je me propose d'ailleurs de vérifier encore ce fait pour quelques autres uréthanes déjà connus. Quoi qu'il en soit, cette réaction fournit une raison de plus pour placer le dérivé du bornéol et celui du menthol dans la classe des éthers carbamiques, loin d'offrir un caractère distinctif devant les en séparer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthyle et le méthylacétylcyanacétate d'éthyle.* Note de M. A. HELD.

« Dans un travail antérieur (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 235), publié en collaboration avec M. Haller et concernant l'acétylcyanacétate d'éthyle, nous avions indiqué la préparation de ce corps et la propriété qu'il possède de fournir, avec les oxydes métalliques, des combinaisons salines, pour la plupart nettement cristallisées.

» Il m'a paru intéressant d'obtenir quelques-uns de ses homologues supérieurs. A cet effet, j'ai fait agir, sur l'éther acétylcyanacétique sodé, les iodures d'éthyle et de méthyle, en chauffant, soit au réfrigérant ascendant, soit sous pression en vase clos. La substitution ne s'étant pas produite dans

ces conditions, j'ai interverti l'ordre de mes essais : j'ai commencé par préparer les éthers méthyl et éthylacétylacétiques, d'après le procédé de MM. Conrad et Limpach, en faisant agir les iodures alcooliques sur l'éther acétylacétique monosodé.

» Traitant ensuite les éthers éthyl et méthylacétylacétiques ainsi obtenus et rectifiés par l'éthylate de sodium, et saturant la solution de chlorure de cyanogène sec, j'ai obtenu une masse jaunâtre, opaque et épaisse, que l'addition d'eau a séparée en deux couches : la couche supérieure, décantée et lavée à l'eau, a été soumise à la distillation fractionnée dans le vide.

La presque totalité du liquide a distillé, pour l'éther éthylacétylcyanacétique, vers 105° à 110°, sous une pression de $15^{mm}$ à $2^{mm}$ de mercure. C'est un liquide incolore, d'une odeur éthérée agréable, de densité 0,976 à + 20°, devenant jaunâtre au bout de quelques jours, soluble en toutes proportions dans l'alcool et l'éther, *insoluble* dans l'eau et les *solutions alcalines*, propriété qui le distingue nettement de l'éther acétylcyanacétique, et qu'il était permis de prévoir, d'après ce qui a été dit de la constitution de ce dernier. La réaction qui lui donne naissance peut se formuler

$$CH^3-CO-CNa\begin{cases}C^2H^5\\COOC^2H^5\end{cases} + CAzCl = NaCl + CH^3-CO-C\begin{cases}C^2H^5\\COOC^2H^5\\CAz\end{cases}.$$

» L'analyse élémentaire de ce corps m'a donné les résultats suivants :

| | |
|---|---|
| Poids de la substance ............... | 0,1968 |
| | Trouvé. |
| $CO^2$ ............................ | 0,4264 |
| $H^2O$ ............................ | 0,1332 |

soit, en centièmes,

| | Trouvé pour 100. | Calculé sur $C^9H^{13}AzO^3$. |
|---|---|---|
| C ........................ | 59,08 | 59,01 |
| H ........................ | 7,53 | 7,10 |

» Si cet éther possède la constitution indiquée plus haut et que permet de lui attribuer son mode de formation, la potasse en excès qui a décomposé l'éther acétylcyanacétique en acide carbonique, alcool, ammoniaque et acide acétique, d'après la formule

$$CH^3 - CO - CH\begin{cases}CAz\\COO\end{cases}C^2H^5 + 4KHO + H^2O$$
$$= CO^3K^2 + AzH^3 + C^2H^6O + 2CH^3 - COOK,$$

devra, par analogie, décomposer l'éther éthylcyané suivant l'équation

$$CH^3 - C \begin{cases} CAz \\ -COOC + C^2H^5 + 4KHO + H^2O \\ C^2H^5 \end{cases}$$

$$= CO^3K^2 + AzH^3 + C^2H^6O + CH^3 - COOK + CH^2(C^2H^5) - COOK,$$

c'est-à-dire que, outre les produits de décomposition mentionnés plus haut, il se sera produit de l'acide butyrique. L'expérience a confirmé cette prévision ; après plusieurs heures d'ébullition avec une lessive de potasse, j'ai, en effet, constaté le dégagement d'ammoniaque, la production d'acide carbonique, d'alcool et des acides butyrique et acétique. Ces deux derniers ont été séparés par distillation fractionnée, et l'acide butyrique transformé en sel d'argent a donné à l'analyse les chiffres suivants :

| | |
|---|---|
| Sel d'argent sec | $0^{gr},6115$ |
| AgCl trouvé | $0^{gr},3750$ |

soit, en centièmes,

| | |
|---|---|
| Ag pour 100 | 55,21 |
| Calculé pour $C^4H^7AgO$ | 55,38 |

» L'éther méthylacétylcyanacétique se prépare d'une manière identique, en partant de l'éther méthylacétylacétique, achevant la préparation et la purification comme ci-dessus.

» C'est un liquide incolore, d'une odeur éthérée, insoluble dans l'eau et les alcalis, d'une densité de 0,996 à + 20°, bouillant à 90°-95° sous une pression de 15 à $20^{mm}$.

» L'analyse de ce corps m'a donné

| | |
|---|---|
| Poids de la substance | 0,2849 |
| | Trouvé. |
| $CO^2$ | 0,5926 |
| $H^2O$ | 0,1838 |

soit, en centièmes,

| | Trouvé pour 100. | Calculé $C^8H^{11}Az^3O^3$. |
|---|---|---|
| C | 56,75 | 56,80 |
| H | 7,10 | 6,50 |

» Sous l'influence de la potasse, il se dédouble comme le précédent,

mais en donnant de l'acide *propionique* au lieu d'acide butyrique, ce qui permet de lui attribuer la constitution

$$CH^3-CO-C\begin{matrix} \diagup CAz \\ -COO+C^2H^5. \\ \diagdown CH^3 \end{matrix} \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'éthylène bromé sur la benzine en présence de chlorure d'aluminium.* Note de MM. **Hanriot** et **Guilbert**, présentée par M. Wurtz.

« Angelbis et Auschütz viennent de publier (*Deutsch. Chem. Gesellsch.*, p. 167; 1884) une Note relative à cette réaction; ils ont obtenu de l'éthylbenzine, du diphényléthane et de l'hydrure d'anthracène, avec une très petite quantité de produits de condensation.

» Nous avions étudié la même réaction dans des conditions un peu différentes, en refroidissant et en ajoutant peu de chlorure d'aluminium, de façon à ne pas décomposer les produits formés, et nous étions arrivés à des résultats tout à fait différents.

» 500gr d'éthylène bromé sont mélangés avec 230gr de benzine, et l'on y ajoute peu à peu 20gr de chlorure d'aluminium. Une réaction très vive s'établit, et le ballon où s'effectue la réaction doit être surmonté d'un serpentin entouré d'un mélange réfrigérant, pour condenser l'éthylène bromé. On ajoute du chlorure d'aluminium, jusqu'à ce que le liquide arrive à 50° ou 60°, sans que rien ne se condense plus dans le réfrigérant. En opérant de la sorte, il ne se dégage aucun produit gazeux. L'apparition de vapeurs d'acide bromhydrique serait l'indice d'une décomposition. Le produit de la réaction est alors jeté dans l'eau glacée, séché sur de la potasse et distillé dans le vide. On peut ainsi séparer deux portions bouillant sous une pression de 0m,03, l'une à 145°-150°, l'autre à 200°-230°.

» La première portion est formée de bromure de styrolyle parfaitement pur. La réaction semble se passer en deux temps :

$$C^6H^6 + CHBr=CH^2 = C^6H^5 - CH=CH^2 + HBr,$$

et le styrolène ainsi formé fixe l'acide bromhydrique

$$C^6H^5 - CH=CH^2 + HBr = C^6H^5 - C^2H^4Br.$$

» Le bromure de styrolyle étant caractérisé par ses propriétés, nous

nous sommes contentés d'y doser le brome et nous avons trouvé :

| | I. | II. | Calculé. |
|---|---|---|---|
| Br............ | 42,56 | 43,1 | 43,327 |

» La deuxième portion, qui ne bout pas sans décomposition, même dans le vide, représente la diéthylbenzine dibromée, formée d'après l'équation

$$C^6H^6 + 2C^2H^3Br = C^6H^4 \begin{cases} C^2H^4Br \\ C^2H^4Br \end{cases}.$$

Elle nous a donné à l'analyse :

| | | Calculé. |
|---|---|---|
| C.......................... | 40,37 | 41,09 |
| H.......................... | 4,18 | 4,11 |
| Br.......................... | 54,10 / 54,52 | 54,79 |

» Au-dessus de 230°, le thermomètre monte sans cesse, sans présenter de point fixe, et il reste un résidu noir goudronneux, très abondant, produit par la décomposition de corps plus riches en brome que les précédents. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la présure sur le lait.* Note de M. E. **Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« Diverses théories ont été émises pour expliquer l'action coagulante de la présure sur le lait. La plus accréditée en ce moment est celle qu'a proposée en 1877 un savant bien connu par ses études galactologiques, M. Hammarsten, d'Upsal. On peut la résumer ainsi : l'addition de la présure dédouble la caséine du lait en deux matières albuminoïdes nouvelles. L'une, la plus abondante, est insoluble en présence du phosphate de chaux dissous dans le lait. Elle se précipite en entraînant une partie de ce sel. C'est le *caillé*. L'autre, qui correspond à la lactoprotéine, entre en solution, et, pour bien marquer qu'elle ne préexiste pas dans le lait, M. Hammarsten en change l'ancien nom contre celui de *protéine du petit-lait* (*Molkenprotein*).

La méthode d'analyse dont j'ai indiqué les traits principaux dans ma dernière Communication va nous permettre de soumettre cette théorie à l'épreuve de l'expérience. Filtrons en effet, au travers de la porcelaine dégourdie, un lait et le sérum qu'il fournit sous l'action de la présure ; si la coagulation qu'il a subie correspond à la formation d'une certaine quantité de caséine dissoute, nous devrons en trouver plus dans le sérum que dans le lait. Il faudra seulement prendre deux précautions : l'une, d'opérer

assez vite pour éviter l'ingérence des microbes, grands liquéfacteurs de la caséine, comme je l'ai montré; l'autre, d'employer de la présure qui n'apporte avec elle aucune portion de caséase. Le mieux est de se servir de présure Hansen qu'on a laissé un peu vieillir.

» J'ai fait plusieurs expériences dans ces conditions. Voici ce que m'a donné l'une d'entre elles pour les proportions centésimales de matières en suspension et en solution dans le lait et dans le sérum.

| | Éléments en suspension. | | Éléments en solution. | |
|---|---|---|---|---|
| | Lait. | Sérum. | Lait. | Sérum. |
| Matière grasse......... | 4,30 | 0,85 | » | » |
| Sucre de lait.......... | » | » | 5,37 | 5,73 |
| Caséine.............. | 3,53 | 0,46 | 0,37 | 0,36 |
| Phosphate de chaux.... | 0,23 | » | 0,17 | 0,17 |
| Sels solubles........... | » | » | 0,40 | 0,43 |
| | 8,06 | 1,31 | 6,31 | 6,69 |

» On voit tout de suite que la quantité de caséine dissoute est la même dans le lait et dans le sérum. La coagulation ne correspond donc à aucune augmentation dans la proportion de cette caséine.

» De plus, le sérum contient tout autant de phosphate de chaux en solution que le lait. La seule partie de ce sel qui y manque est celle qui était en suspension dans le lait, et dont Hammarsten a méconnu l'existence. Celle-ci a été retenue dans les mailles du coagulum en même temps que la matière grasse. La formation du caillé n'introduit donc aucune variation dans les proportions du phosphate de chaux en suspension et en solution. Ce sel ne joue qu'un rôle passif dans le phénomène, au lieu d'en être l'élément actif, comme le voudrait la théorie de M. Hammarsten, qui se trouve ainsi, sur ses deux points essentiels, en contradiction avec l'expérience.

» En échange de cette théorie, le Tableau ci-dessus nous fournit un fait intéressant : c'est que, malgré l'addition de présure, une partie de la caséine colloïdale du lait, 0,46 pour 100, n'a pas changé d'état, et n'a pas passé, comme le reste, à la forme caséine solide. Il en est toujours ainsi. Il n'arrive jamais que toute la portion coagulable de la caséine du lait se coagule. La portion restée intacte diminue lorsque la dose de présure augmente, mais elle ne devient nulle dans aucun cas. Nous retrouvons ici un phénomène d'équilibre comme ceux que j'ai plusieurs fois signalés dans le courant de ce travail, qu'on peut, en effet, résumer de la façon suivante. Le

lait est un système dans lequel les trois formes de la caséine sont en équilibre stable l'une vis-à-vis de l'autre. Cet état d'équilibre peut être troublé par l'addition en quantités infinitésimales de diverses substances, par exemple, de certains sels minéraux. Il est aussi très sensible à l'action des diastases. La présure le modifie en faveur de la caséine solide, la caséase en faveur de la caséine dissoute, mais tout se résume toujours en un état d'équilibre nouveau.

» La coagulation correspond à la formation lente et régulière, dans une masse liquide, d'un de ces états d'équilibre exigeant la solidification d'une matière dissoute. Quant à aller plus loin et à rechercher pourquoi, dans les laits qui en renferment beaucoup, une partie de la caséine doit se précipiter en présence de la présure, c'est un point qu'aucune théorie n'a encore abordé. La science ne paraît pas mûre pour l'étude des causes de la solubilité et de l'insolubilité. Tout ce que j'ai voulu montrer, et ce en quoi je m'écarte des solutions proposées jusqu'ici, c'est que l'explication du phénomène de la coagulation ne doit être cherchée ni dans les propriétés spécifiques de la présure, puisque d'autres corps produisent les mêmes effets, ni dans les propriétés spécifiques de la caséine, puisque d'autres corps de la Chimie se présentent, comme elle, sous les trois états solide, colloïdal et dissous, et peuvent aussi passer de l'un à l'autre de ces états sous les plus légères influences : tels sont, par exemple, les oxydes de fer. Pour tout dire en un mot, le problème de la coagulation me paraît simplement un problème de mécanique moléculaire dont nous avons poussé la solution aussi loin qu'elle peut l'être dans l'état actuel de la science, en le classant à son rang parmi les problèmes de même nature, qui attendent depuis longtemps la leur. »

CHIMIE. — *Recherches sur la fermentation du fumier.* Note de M. U. GAYON, présentée par M. Pasteur.

« La Note de M. P.-P. Dehérain, *Sur la fabrication du fumier de ferme*, insérée dans les *Comptes rendus* du 11 février dernier, m'oblige à communiquer dès maintenant à l'Académie les principaux résultats des recherches que je poursuis moi-même sur ce sujet.

» Le fumier frais donne lieu à deux fermentations tout à fait différentes, selon qu'il est exposé à l'air libre ou renfermé dans un espace clos.

» Dans le premier cas, il est le siège d'oxydations énergiques, qui élèvent sa température et produisent de l'acide carbonique; dans le second cas, il

conserve sensiblement sa température initiale et dégage un mélange d'acide carbonique et de protocarbure d'hydrogène ou formène.

» Afin de suivre comparativement la marche du thermomètre dans ces deux conditions, j'ai placé 250$^{kg}$ de fumier de cheval, préparé depuis la veille et non encore échauffé, respectivement dans deux caisses cubiques ayant 1$^{m}$ dans toutes les dimensions; l'une d'elles, à parois en grillage de fil de fer étamé, laissait circuler librement l'air extérieur; l'autre, à parois pleines, était parfaitement close. La température des différentes couches était mesurée à l'aide de longs thermomètres plongeant de 0$^{m}$,50 environ dans le fumier.

» Le Tableau suivant donne les nombres observés à des distances croissantes à partir de la surface :

| | | Caisse ouverte à | | | | Caisse fermée à | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dates. | Heures. | 0$^{m}$,10. | 0$^{m}$,25. | 0$^{m}$,50. | 0$^{m}$,75. | 0$^{m}$,10. | 0$^{m}$,25. | 0$^{m}$,50. | 0$^{m}$,75. |
| | h m | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| 10.. | 11.00 m. | 12 | 12 | 12 | 13 | 15 | 15 | 15 | 17 |
| ».. | 4.30 s. | 16,5 | 21 | 25 | 27 | 20 | 19 | 18 | 20 |
| 11.. | 10.00 m. | 59 | 68 | 64 | 52 | 15 | 22 | 18 | 18 |
| ».. | 4.00 s. | 72 | 72 | 67 | 59 | 17 | 18 | 18 | 18 |
| 12.. | 10.00 m. | 72 | 70 | 66 | 60 | 12 | 16 | 17 | 16 |
| ».. | 4.00 s. | 72 | 69,5 | 66 | 59 | 12 | 15 | 16 | 15 |
| 13.. | 10.00 m. | 68 | 66 | 62 | 55 | 12 | 14 | 15 | 14 |
| ».. | 4.00 s. | 67,5 | 64,5 | 60 | 53 | 12 | 14 | 15 | 14 |
| 14.. | 10.00 m. | 63,5 | 60 | 56 | 51,5 | 11,5 | 13 | 14 | 13 |
| ».. | 4.00 s. | 62 | 58 | 55 | 50 | 11,5 | 13 | 13 | 13 |
| 15.. | 10.00 m. | 58 | 53 | 47 | 44 | 11,5 | 12 | 13 | 12 |

» La température extérieure s'est maintenue entre 8° et 10°.

» La légère augmentation constatée au premier moment dans la caisse fermée coïncide évidemment avec l'absorption de l'oxygène emprisonné dans le fumier.

» Dans d'autres expériences à l'air libre, la température maxima s'est élevée à 74°, se rapprochant ainsi beaucoup des températures de 80° et plus observées dans la fermentation des masses de tabac.

» La chaleur dégagée par le fumier aéré détermine d'abondantes fumées, qui entraînent en pure perte des torrents d'ammoniaque. La masse, devenue ainsi moins humide, cesse de s'oxyder, et le thermomètre descend lentement. Si l'on arrose alors la surface, la combustion recommence, et la température se relève. On peut reproduire un grand nombre de fois

ces oscillations thermométriques, jusqu'à ce que, la matière se tassant, l'air ne puisse plus y circuler.

» L'examen microscopique montre, même dans les parties les plus échauffées, une multitude d'organismes d'espèces variées : torulas, micrococcus, bacilles, amibes, dont le rôle respectif ne peut être fixé que par des cultures pures. Dans les masses de tabac, j'ai observé également, grâce à l'obligeance de M. Schlœsing, des microbes vivants, qu'une température de plus de 80° n'avait pu tuer.

» Le fumier maintenu en vase clos est riche aussi en organismes infiniment petits, mais anaérobies; par la culture, j'ai pu isoler celui qui, sans aucun doute, provoque le dégagement d'acide carbonique et de protocarbure d'hydrogène; car, avec la cellulose pure, il donne lieu aux mêmes phénomènes chimiques.

» Les caractères principaux et les propriétés de ce ferment forménique ont été signalés par moi, il y a près d'une année, à la *Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, ainsi que le prouvent les Extraits suivants des procès-verbaux des séances du 8 mars et du 5 avril 1883.

*Séance du* 8 *mars* 1883. — « M. Gayon signale la présence de gaz carburés forméniques dans la fermentation du fumier et fait brûler devant la Société le gaz ainsi recueilli. Le phénomène est dû à un microbe anaérobie, cultivable dans des milieux appropriés. »

*Séance du* 5 *avril* 1883. — « M. Gayon confirme ses premiers essais sur la formation de protocarbure d'hydrogène dans la fermentation du fumier, et utilise pour des expériences de chauffage et d'éclairage le gaz provenant d'une bonbonne de 100$^{lit}$ pleine de fumier et d'eau. Le volume du formène produit par 1$^{mc}$ de matière peut atteindre jusqu'à 100$^{lit}$ par vingt-quatre heures, à la température de 35°. Le microbe, extrêmement petit, qui détermine le phénomène dont il s'agit, est anaérobie et cultivable dans des liquides nutritifs contenant soit de la paille, soit du papier. Il attaque donc la cellulose et contribue pour une très grande part à transformer le fumier frais en fumier gras; il concentre ainsi sous un petit volume tous les éléments réellement utiles au développement des plantes. »

» Ces faits ont été également signalés par M. Pasteur dans un Rapport lu à la *Société nationale d'Agriculture*, dans sa séance solennelle du 27 juin dernier.

« Présentement, dit M. Pasteur, M. Gayon se livre à des recherches qui n'ont pas moins d'intérêt que toutes celles dont je viens de parler. Elles s'appliquent à la fermentation des fumiers. M. Gayon démontre que les fumiers de cheval ou de vache, pris à l'état frais et soustraits à l'action comburante de l'air, donnent lieu à un abondant dégagement de gaz, formé d'un mélange d'acide carbonique et de protocarbure d'hydrogène. La proportion de ce dernier gaz peut atteindre 100$^{lit}$ par jour, par mètre cube de fumier, de telle sorte que

cette fermentation pourrait à la rigueur devenir une source de gaz utilisable au chauffage et à l'éclairage. Quant à la cause du phénomène, elle est due à un mircobe très ténu, anaérobie et cultivable dans des liquides appropriés. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur la rage* [1] : 1° *les oiseaux contractent la rage; 2° ils guérissent spontanément.* Note de M. **P. Gibier**, présentée par M. Bouley.

« Malgré quelques cas rapportés dans la Science, on n'admet pas aujourd'hui que les oiseaux puissent contracter la rage.

» Si l'on s'en tient à l'observation superficielle des phénomènes, l'inoculation de la rage chez les oiseaux ne paraît être suivie d'aucun résultat fâcheux pour ceux-ci; c'est à peine si, une ou deux semaines après l'opération, ces animaux présentent quelques symptômes anormaux; souvent ils n'offrent rien d'appréciable. Cependant, il m'est arrivé d'observer, parmi les oiseaux que j'ai inoculés, une poule qui fut atteinte, quinze jours après l'inoculation, d'une paralysie ou plutôt d'une parésie des membres inférieurs et des muscles extenseurs du cou. Lorsqu'on la mettait hors de sa cage et qu'on l'effrayait, cette poule cherchait à se sauver, mais ne pouvait se tenir sur ses pattes, devenues presque inertes, et se traînait sur le sol en s'aidant des ailes. Dans sa cage elle demeurait immobile et semblait ne pas pouvoir supporter sa tête, qu'elle laissait tomber lentement en avant jusqu'à ce que son bec eût rencontré le sol. A ce moment elle relevait brusquement la tête pour la laisser retomber sans cesse. Ces symptômes persistèrent pendant plusieurs jours; cette poule ne prenait qu'une quantité insuffisante d'aliments et je m'attendais à la voir mourir lorsqu'un matin, en entrant au laboratoire, je la trouvai guérie de sa paralysie et en train de manger. Elle continua de vivre.

» Ce fait m'inspira l'idée que les oiseaux contractent peut-être la rage, mais que, en raison de l'insensibilité relative bien connue de leur système cérébro-spinal, ou par une autre cause à rechercher, le microbe de la rage peut évoluer, subir toutes ses phases dans la substance nerveuse de ces animaux et être éliminé avant d'avoir produit des troubles incompatibles avec la vie. Une de mes poules en expérience s'était donc montrée plus sensible que les autres et avait été frappée de paralysie.

» Voilà l'hypothèse, voici les faits :

» J'inoculai, à l'aide d'une seringue de Pravaz, à travers les parois du

---

[1] Travail du laboratoire de Pathologie comparée du Muséum de Paris.

crâne, un coq et un pigeon avec une goutte d'eau distillée fraîchement bouillie, tenant en suspension de la matière cérébrale rabique. Les symptômes pathologiques qui suivirent cette inoculation furent peu accentués, surtout chez le coq, et ils auraient pu passer inaperçus pour un œil non prévenu.

» Au bout de douze jours, après avoir fait une incision sur le crâne du pigeon, j'enlevai, à l'aide du scalpel, une petite lame osseuse et j'excisai un fragment du lobe cérébral droit de la grosseur d'une lentille. L'examen microscopique de la portion excisée m'y fit constater l'existence du micrococcus que j'ai signalé et décrit dans ma Communication du mois de juin 1883. Bien que, dès ce moment, je n'eusse aucun doute sur l'existence de la rage chez ce pigeon, le petit fragment de substance nerveuse fut délayé et inoculé à trois rats. Le rat présente un ensemble symptomatique tellement spécial, tellement caractéristique, que je n'hésite pas à considérer cet animal comme un véritable réactif pour l'étude de la rage.

» Les trois rats inoculés de cette façon périrent de la rage, l'un (le plus jeune) au bout de dix jours, les deux autres le onzième jour. Ces animaux servirent à inoculer quatre autres sujets qui présentèrent les mêmes symptômes et moururent.

» Au bout de vingt jours, j'inoculai trois rats et un cochon d'Inde avec une parcelle du cerveau du coq obtenue par le même procédé. L'examen microscopique y démontra l'existence du même microbe que chez le pigeon, mais plus abondant et disposé en certains points par groupes de dix à quinze granulations. Les rats inoculés périrent avec les mêmes signes et dans les mêmes délais que les précédents et que tous les rats inoculés par moi de la rage, et dont le nombre s'élève aujourd'hui à près de deux cents. Le cochon d'Inde mourut le treizième jour, après avoir présenté des troubles semblables à ceux des rats.

» Quant aux volatiles auxquels j'ai fait subir ces opérations, leur santé ne s'en est pas trouvée altérée; ils vivent encore et vont me servir à déterminer le moment où la virulence disparaîtra de leur cerveau, c'est-à-dire où ils seront guéris de la rage. J'ai pu constater déjà que la virulence était éteinte vingt-huit jours après l'inoculation, chez le pigeon qui a servi dans la première expérience citée plus haut.

» J'aurai à rechercher encore si les oiseaux peuvent contracter plusieurs fois la rage, si cette maladie peut être transmise de l'oiseau à l'oiseau, et quelles modifications peut apporter au virus l'acclimatement chez ces animaux, etc.

» Les observations détaillées de ces expériences seront publiées prochainement dans un Mémoire que j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Ainsi donc, voilà des expériences qui témoignent qu'une maladie jusqu'à présent réputée incurable peut guérir spontanément chez une classe d'animaux. N'a-t-on pas le droit d'espérer que, si l'on parvient à saisir le déterminisme de ce fait, dont on comprendra toute l'importance, on ne soit conduit un jour à une thérapeutique rationnelle de la rage et à sa guérison? C'est une induction qui me paraît légitime. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la réaction électrique des nerfs sensitifs de la peau chez les ataxiques* (¹). Note de **M. M. Mendelssohn** (de Pétersbourg), présentée par M. Charcot.

« Quelques expérimentateurs ont tenté de déterminer l'action du courant électrique sur les nerfs sensitifs chez la grenouille (Pflüger, Hallsten) et même chez l'homme sain (Erb, Watteville). Ils ont tous trouvé une concordance complète de la loi d'excitation des nerfs sensitifs avec celle des nerfs moteurs. Mais, si l'étude de l'électrotonus des nerfs sensitifs chez la grenouille et chez l'homme sain a été l'objet de quelques tentatives plus ou moins fructueuses, il n'en est pas du tout de même pour ce qui concerne la loi d'excitation des nerfs sensitifs chez l'homme malade, et cependant les troubles de la sensibilité, extrêmement prononcés dans l'ataxie locomotrice progressive, auraient pu suggérer l'idée d'étudier la réaction électrique du nerf sensitif malade.

» J'ai cru utile d'entreprendre une série de recherches, afin d'établir d'une façon précise l'action du courant électrique sur les nerfs sensitifs chez les ataxiques. Une série de recherches préalables, faites sur l'homme sain, m'a permis de m'assurer de l'existence d'une loi d'excitation des nerfs sensitifs, semblable à celle du nerf moteur déjà connue, et si nous remplaçons, dans la formule relative au nerf moteur, la lettre Z (*Zuckung*, secousse) par E (*Empfindung*, sensation), nous aurons

$$\mathrm{KaSE} > \mathrm{AnSE},\quad \mathrm{AnSE} > \mathrm{AnOE} \text{ et } \mathrm{KaOE},\quad \mathrm{AnOE} = \mathrm{KaOE}.$$

» Je n'ai jamais pu constater la prévalence de la sensation de l'ouverture

(¹) Travail du laboratoire clinique de M. le professeur Charcot, à la Salpêtrière.

de l'anode sur celle de l'ouverture du cathode. Ces deux sensations sont perçues d'une façon presque égale.

» Presque toutes mes recherches ont été faites sur les ataxiques qui se trouvaient pendant ces deux dernières années dans le service de M. le professeur Charcot, à la Salpêtrière. Chez le plus grand nombre de ces malades (nous en avons examiné trente-deux), le tabes évoluait depuis un certain nombre d'années déjà et avait atteint la fin de la seconde période. Plus de la moitié de ces tabétiques (21) présentaient les troubles de sensibilité les plus variés, depuis une anesthésie partielle et peu prononcée jusqu'à une abolition complète de la sensibilité de la peau. Dans d'autres cas, on constatait un retard dans la transmission des impressions sensitives au cerveau, et quatre malades (toutes avec une réaction électrique anormale des nerfs sensitifs) présentaient une analgésie très accentuée à côté d'une sensibilité tactile presque conservée. Sur vingt et une malades atteintes des troubles de la sensibilité, neuf ont présenté une réaction électrique anormale des nerfs sensitifs, consistant en ce que, chez toutes, la sensation anodique à la fermeture prévalait de beaucoup sur celle qui était observée à la fermeture du cathode

$$(\mathrm{AnSE} > \mathrm{KaSE}).$$

A l'ouverture, la sensation produite par l'anode était égale à celle du cathode; deux de ces malades seulement ne percevaient aucune sensation à l'ouverture du cathode ni à celle de l'anode, même quand l'excitation a été faite avec la plus grande intensité du courant employé ($60^{\mathrm{el}}$ de Gaiffe). Chez trois de ces malades, l'intensité moyenne du courant électrique ($35^{\mathrm{el}}$) ne provoquait qu'une seule sensation, celle de la fermeture de l'anode. Toutes les autres sensations nécessitaient une augmentation considérable de l'intensité du courant. En outre, j'ai pu m'assurer maintes fois que, non seulement l'intensité, mais aussi la qualité de la sensation anodique (à la fermeture), différait tout à fait de celle qu'on obtenait au cathode. Ainsi l'excitation de la fermeture de l'anode a été perçue par la malade comme une brûlure, alors que l'excitation avec la fermeture du cathode lui faisait l'impression d'un picotement (d'après l'expression même de la malade). Aussi les autres troubles de la sensibilité, comme le retard dans la transmission des impressions sensitives, une trop longue persistance de la sensation, etc., s'observaient surtout, et d'une façon plus nette, pendant l'excitation avec la fermeture de l'anode dans le cas d'une prévalence de la sensation anodique.

» Ces faits démontrent l'existence d'une réaction électrique anormale des

nerfs sensitifs de la peau chez les ataxiques, analogue à la réaction de dégénérescence des nerfs moteurs trouvée par M. Erb. Des recherches ultérieures permettront peut être de préciser la période de la maladie où cette anomalie de la réaction électrique survient, ainsi que ses rapports avec le saltérations des nerfs cutanés dans l'ataxie, décrites dans ces derniers temps par quelques observateurs (MM. Westphal, Dejerine). »

MÉDECINE. — *Du traitement de l'éléphantiasis des Arabes par l'électricité.* Note de MM. **Moncorvo** et **Silva Araujo**, présentée par M. Gosselin.

« A l'occasion de notre première Communication à l'Académie, le 19 avril 1881, au sujet du traitement de l'éléphantiasis des Arabes par l'emploi de l'électricité, M. le professeur Gosselin, qui avait eu l'obligeance de la présenter de notre part, a été alors chargé de nous demander des renseignements sur la persistance du résultat obtenu chez nos malades guéris par ce moyen thérapeutique.

» L'un de nous s'est adressé alors au savant professeur, en lui communiquant que nos malades qui avaient guéri se trouvaient parfaitement bien et qu'aucune récidive n'était survenue chez eux, en ajoutant que nonobstant nous ne doutions pas que, chez eux, une nouvelle cause, traumatique surtout, ne pourrait provoquer une lymphangite, aiguë ou non, d'où résulterait une tuméfaction éléphantiasique.

» D'après la manière dont nous envisageons la pathogénie de la maladie, en admettant qu'elle soit toujours la conséquence de la lymphangite aiguë ou non, plus ou mois accusée, parfois même presque inaperçue, nous croyons bien que de nouvelles lymphangites peuvent survenir, soit spontanément, soit par suite de quelque traumatisme, et donner lieu à une nouvelle éléphancie, ce qui peut d'ailleurs avoir lieu dans toute autre partie du corps que celle qui était précédemment le siège de la maladie. Cela n'est pourtant qu'une exception assez rare, si l'on considère, d'ailleurs, que les malades traités par nous sont tous soumis à un traitement général qui les rend moins aptes à de nouvelles crises de lymphangite, ou du moins qui les met dans des conditions telles qu'une autre attaque se résolve sans la tuméfaction éléphantiasique consécutive. Presque la totalité de nos malades, ceux du moins que nous avons été à même de revoir à plusieurs reprises, n'a jamais eu de crises de lymphangite et se trouve, du reste, dans les mêmes conditions de parfaite guérison : nous voulons parler, en particulier, de ceux qui se trouvent guéris depuis trois ans. C'est

déjà, nous le croyons, un laps de temps assez long pour se faire une idée favorable à la guérison définitive de la maladie en question.

» Tous nos malades se trouvaient, au bout du traitement, dans les meilleures conditions générales de nutrition et de force, parce qu'à côté du traitement électrique nous avions recours à l'hydrothérapie, aux bains de mer, à la teinture d'iode, à l'iodure de fer, à l'arsenic, etc. Ces moyens, adressés à la reconstitution organique, ne seraient point capables, cela va sans dire, d'exercer une modification sur la tumeur éléphantiasique; mais l'électrothérapie, appliquée dès le début, ou mieux immédiatement après les premières manifestations du mal, entrave aussitôt l'évolution et détermine dans le plus bref délai la guérison.

» Voilà pourquoi il convient de distinguer, à ce point de vue, l'éléphancie à son début de celle qui date de plusieurs années (parfois depuis vingt et trente années). Dans le premier cas, l'électricité obtient un résultat parfait, quelquefois même au bout de quelques jours; dans le second, il faut un traitement assez long, tout en opérant à la fois une reconstitution de l'état général. C'est particulièrement dans ces cas que nous avons recours à l'électrolyse.

» En résumé, nous sommes heureux de confirmer, dans cette troisième Note, les conclusions des précédentes, en ajoutant que la guérison s'est maintenue jusqu'ici chez les malades que nous avons soignés par notre procédé thérapeutique. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur le venin des Batraciens*; par M. G. CALMELS [1].

« Le poison du Crapaud contient une petite quantité de la méthylcarbylamine de M. A. Gautier $C=Az-CH^3$, à laquelle il doit une partie de son odeur et de ses propriétés toxiques; mais il contient surtout l'acide méthylcarbylamine, carbonique ou isocyanacétique non encore décrit, $C=Az, CH^2-CO, OH$, acide dont la présence explique la formation de la méthylcarbylamine. Ce dernier a été reproduit par synthèse, tant en partant de l'acide monobromacétique et du cyanure d'argent (méthode de M. A. Gautier) qu'au moyen du glycocolle, du chloroforme et de la potasse (méthode de Hoffmann). Comme dans la glande à venin, l'acide dérive du glycocolle par fixation des éléments de l'acide formique; j'insiste sur ce

[1] Travail du Laboratoire de Chimie biologique de l'Hôtel-Dieu.

dernier procédé, quoique le rendement soit plus faible que dans la précédente méthode. Une molécule de glycocolle finement pulvérisé est attaquée par une de chloroforme et quatre de potasse caustique en solution alcoolique absolue. La masse jaunit, et l'on arrête l'opération dès que l'effervescence est passée. On laisse refroidir, puis l'alcool est décanté; le résidu est traité par une petite quantité d'eau qui dissout, outre le formiate, l'isocyanacétate de potassium. Immédiatement, on précipite par l'acétate de plomb. Celui-ci, peu soluble, se dépose. Lavé à l'éther absolu, puis mis en suspension dans ce dernier, il donne avec l'hydrogène sulfuré une solution qui, évaporée dans un verre de montre, fournit les cristaux recherchés de l'acide isocyanacétique. Celui-ci cristallise de ses solutions éthérées et alcooliques en doubles pyramides quadrangulaires accolées par leur base; son odeur est spéciale et vireuse. Son goût est âcre et nauséabond. Dans le vide sec, il se volatilise lentement; autrement il fond en un déliquium visqueux, où apparaissent très rapidement des gouttes huileuses, puis des cristaux de glycocolle. La solution aqueuse qui surnage a alors tous les caractères de l'acide formique. C'est la réaction précédente qui, constatée au microscope sur des cristaux de l'acide retiré du venin, et sans que l'analyse chimique ait pu jamais en être faite, m'en a indiqué la nature. Chauffé, il se résinifie. Les sels sont très solubles. Ils laissent déposer lentement, plus rapidement à l'ébullition, du glycocolle de leur solution, en même temps que du formiate prend naissance. Ils sont incolores à l'état pur, mais ordinairement accompagnés par une matière jaune et qui paraît être un produit d'altération. Chauffé à l'état sec, le sel de potassium m'a donné un vif dégagement de méthylcarbylamine.

» Chez le Triton crêté, l'acide correspondant existe sous une forme extrêmement remarquable, que j'ai décrite, il y a un an, sous le nom impropre de *grain du venin*, qui a été vue pour la première fois par M. Zalewsky chez la Salamandre terrestre, puis indiquée chez le Scorpion par M. Joyeux-Laffuie. Au microscope, le venin contient une foule de globules histologiquement constitués comme les globules du lait, possédant une enveloppe albumineuse adhérant à leur surface, mais différant de ces globules en ce que l'eau pure les fait immédiatement éclater.

» Ce composé, extrait chimiquement, a la constitution d'un glycéride mixte, extrêmement instable en présence de l'eau et se scindant alors en dioléine et un acide nouveau. J'appelle *pseudo-lécithines* ce genre de composés, dont on reconnaîtra l'importance en sachant que le venin des Batraciens abonde en cristaux de MM. Charcot et Vulpian, qui représentent, comme on

le sait depuis le travail de Schreiner, le phosphate de la base $C^2-H^5-Az$. Ces derniers me paraissent donc être le produit complémentaire d'altération d'une lécithine initiale existant dans la glande, et c'est ainsi que je suis amené à conclure que ces cristaux doivent avoir une origine analogue dans le sperme humain et dans le sang des leucocythémiques. Chez le Triton, la pseudo-lécithine n'existe qu'à la faveur de la concentration énorme du liquide, qui ne contient que 5 pour 100 d'eau et se solidifie immédiatement à l'air libre. Chez le Crapaud, la pseudo-lécithine correspondante est presque entièrement dédoublée; le venin, plus dilué, renferme surtout ses produits de dédoublement, et il contient seulement le reste des globules sous forme d'enveloppes vides et fragmentées, flottant dans la liqueur et représentant l'écorce albumineuse des globules initiaux, elle-même en voie de dissolution. Le venin ne contient pas de carbylamine libre chez le Triton. Chauffée, la pseudo-lécithine du Triton m'a donné un vif dégagement de l'éthylcarbylamine; abandonnée à elle-même, elle s'est hydratée lentement au contact de l'air humide, et renfermait dès lors, au bout de quinze jours, une magnifique cristallisation de l'alanine, en même temps que de l'acide formique avait pris naissance. Le poison du Triton correspond donc à l'acide éthylcarbylamine carbonique ou α-isocyanopropionique

$$CH^5-CH\begin{cases} Az=C \\ CO, OH \end{cases}.$$

» Les propriétés physiologiques que M. Vulpian assigne au venin de la Salamandre terrestre et que M. Paul Bert attribue au venin du Scorpion sont identiques; elles sont d'ailleurs semblables aux propriétés convulsivantes que j'ai observées avec l'amylcarbylamine. La constitution histologique de l'élément vénénifère des glandes des Batraciens et du Scorpion étant d'ailleurs identique, je suis autorisé à conclure que le venin de ces animaux se rattache à la même série chimique et qu'il répond à la leucine ou à un autre acide amidé supérieur, dont il dérive par le même mécanisme. Pour les carbylamines inférieures de la série grasse et leurs dérivés carboniques, leur action est très peu convulsivante; ce sont des poisons systoliques du cœur d'une énergie extraordinaire. M. A. Gautier a mentionné le pouvoir toxique des carbylamines. J'ai étudié depuis leurs effets toxiques, et j'ai pu me convaincre que ces effets sont certainement plus puissants que ceux de l'acide prussique anhydre. Un Lapin auquel on fait respirer pendant quelques secondes des vapeurs de la méthylcarbylamine

tombe pour ainsi dire foudroyé : il pousse un cri et meurt, agité de quelques convulsions agoniques.

» Je n'ai pas encore étudié le poison des Serpents et les ptomaines de la putréfaction; mais il me semble que les probabilités sont pour qu'il existe parmi celles-ci des composés ayant la constitution des précédents. Je définis de la manière suivante ces phénomènes, qui me paraissent constituer un procédé biochimique général : tout composé amidé, que ce soit une peptone ou un composé amidé simple, peut fixer les éléments de l'acide formique à l'état naissant et donner naissance à un composé carbilé correspondant, toxique, essentiellement instable et essentiellement réducteur.

» La contre-partie est la suivante : tout groupe méthylique insuffisamment détruit par l'oxydation ne se détache pas à l'état d'acide carbonique, mais bien à l'état d'acide formique, fournissant ainsi les éléments de la carbilation.

» La réaction de Hoffmann me paraît avoir une grande importance en Chimie biologique. »

ZOOLOGIE. — *Sur les différences sexuelles du* Coræbus bifasciatus *et sur les prétendus œufs de cet Insecte coléoptère, nuisible au Chêne vert.* Note de M. **A. Laboulbène**, présentée par M. E. Blanchard.

« Les ravages produits par les larves du *Corœbus bifasciatus*, Olivier, dans les forêts de Chêne vert du Midi de la France, ont été indiqués successivement, en 1876, dans les Mémoires de MM. les inspecteurs des forêts Régimbeau et de Trégomain.

» Les deux auteurs ont chacun décrit et figuré l'Insecte coléoptère sous ses divers états. La présente Note a pour but d'appeler l'attention sur les différences sexuelles mal interprétées et sur des corps très curieux pris pour les œufs de cet Insecte. Je dois à M. Peragallo, de Nice, d'avoir pu étudier un assez grand nombre de *Corœbus* vivants, ce qui m'a permis d'en faire l'anatomie et de rapporter rigoureusement les caractères extérieurs aux organes internes. De plus, j'ai reçu dans l'alcool les Insectes recouverts des corps oviformes dont il s'agit.

» M. Régimbeau dit, en décrivant le *Corœbus* : « Abdomen de la femelle » muni d'une tarière » (*Le* Coræbus trifasciatus *ou Bupreste ravageur du Chêne vert*, in-8°, p. 5, et *fig.* 1). M. de Trégomain dit pareillement : « La

» femelle a l'abdomen armé d'une tarière de couleur brun noir, de consi-
» stance cornée et très résistante, etc. » (*Les Insectes du Chêne vert*, in-8°, p. 11, et *Pl. II, fig.* 3*a*, 3*b*).

» Cette prétendue tarière, qui n'existe que sur les Insectes le plus vivement colorés, d'une taille en général moindre, avec les antennes plus élargies, est en réalité un organe mâle. Je me suis assuré, par la dissection, que l'extrémité supérieure reçoit le canal éjaculateur. J'ai vu dans l'abdomen des tubes spermatiques remplis de spermatozoïdes. De la sorte, j'ai retrouvé, avec de légères différences de forme, ce que j'avais déjà constaté chez un Insecte de la même famille [*Recherches sur les appareils de la digestion et de la reproduction du* Buprestis (Anthaxia) manca, dans *Mémoires de la Société de Biologie*, 2e série, t. IV, p. 154, et *Pl. II, fig.* 1, 3 et 7, et aussi *Archives entomologiques de Thomson*, t. I; 1857]. Il ne saurait y avoir de doute à cet égard; les auteurs préoccupés de la ponte du *Corœbus* ont attribué à la femelle une tarière qui est l'armure génitale et pénienne du mâle. La femelle du *Corœbus* est pourvue d'un oviducte simple.

M. Régimbeau signale « des œufs de la grosseur d'un grain de millet » épointé... et de forme sphéroïdale... opaques, variant du jaune clair au » jaune doré ou foncé, quelquefois roux, d'autres fois gris verdâtre ou » même gris de fer » (*loco citato*, p. 12). Je crois que la plupart de ces œufs prétendus étaient de simples déjections intestinales de l'Insecte. Les vrais œufs doivent être blanchâtres ou légèrement jaunâtres, d'après ce que j'ai vu en ouvrant l'abdomen et l'aspect qu'offraient ces œufs dans les gaines ovigères des Insectes femelles.

» M. de Trégomain, malgré des recherches multipliées, n'a pu découvrir les œufs du *Corœbus;* il pense que « la femelle, en raison de la forte tarière dont elle est munie, les dépose sous l'écorce », mais il ajoute « avoir » trouvé trois fois dans la galerie des métamorphoses une grande quantité » d'œufs, les uns à peu près sphériques, les autres un peu ovales, ayant en- » viron $0^{m},0007$ de diamètre, de couleur jaune et légèrement translu- » cides ». Dans une de ses observations, les œufs présentaient des « linéa- » ments blanchâtres » (*loc. cit.*, p. 11 et 12, et *Pl. II, fig.* 4). M. de Trégomain pense que ces œufs pouvaient bien être ceux du *Corœbus*, mais des œufs non fécondés, puisque cet Insecte est toujours seul dans une galerie.

» J'ai vérifié l'exactitude de la description et des figures données par M. de Trégomain. J'ai, en effet, retrouvé sur des nymphes, mortes avant la métamorphose complète, des corps oviformes, mais variant, pour le volume,

de $\frac{1}{3}$ de millimètre à $\frac{3}{4}$ et plus de millimètre, $0^{mm},82$. La couleur était jaunâtre, ambrée; plusieurs offraient des lignes et même des taches blanchâtres.

» Il me paraissait probable, à première vue, qu'il ne s'agissait pas de véritables œufs. Je croyais plutôt à des champignons ascomycètes, vésiculeux, développés sur des Insectes morts. L'examen microscopique a montré quelques rares filaments de mycélium, tout à fait accidentels et non constants. Ces corps n'étaient donc pas de nature fongique.

» En observant avec le microscope ces corps oviformes, je trouvais constamment avec eux des *Acariens* parfaitement reconnaissables à leur rostre, à leurs pattes, etc. De plus, ces mêmes corps oviformes, tantôt écrasés, tantôt soumis à l'action de divers réactifs (macération prolongée dans la glycérine, coloration au carmin), montraient dans leur intérieur de véritables œufs, à divers degrés de développement. Les plus petits de ces œufs étaient arrondis, les plus volumineux avaient pris la forme elliptique; le volume moyen était, dans le plus grand diamètre, $0^{mm},10$ et dans l'autre, $0^{mm},075$.

» Recherchant avec soin la position de l'Acarien par rapport aux corps oviformes, je me suis assuré un grand nombre de fois, avec M. Rémy, chef du Laboratoire de la Charité, que la partie postérieure du corps de l'Acarien se prolongeait en un abdomen globuleux et lui était relié par des baguettes chitineuses. Le corps oviforme n'était en réalité que l'abdomen plus ou moins dilaté en vésicule, renforcé par des filaments chitineux, trois de chaque côté, et rempli des œufs d'un Acarien fixé sur la nymphe du *Corœbus*.

» La conclusion qui s'impose est la suivante : un *Acarien* (dont l'espèce sera ultérieurement déterminée et voisin des Tyroglyphes) se trouve dans les galeries de métamorphose sur les nymphes mortes du *Corœbus bifasciatus*.

» Cet Acarien est très remarquable, parce que son abdomen se dilate en une grosse vésicule et se remplit d'œufs.

» Le développement abdominal, spécial à cet Acarien, et non encore signalé dans les Arachnides de cette famille, rappelle celui qui est propre aux femelles des Termites et surtout aux femelles de la Chique des tropiques (*Dermatophilus* ou *Pulex penetrans*). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Coïncidences entre les phénomènes observés en 1831 et en 1883.* Note de M. A. WITZ.

« L'éruption volcanique qui fit surgir l'île Julia de la mer de Sicile, en 1831, eut lieu le 12 juillet; dès les premiers jours d'août, on observa dans le midi de la France, puis en Allemagne, en Sibérie et jusqu'en Amérique, des vapeurs qui affaiblirent la lumière du Soleil. L'Académie s'en occupa dans les séances des 22 et 29 août, 12 septembre et 10 octobre : ces phénomènes, disait M. de Humboldt, vus du nord-ouest au sud-ouest, jusqu'à 45° de hauteur, offraient soit une belle couleur pourprée, soit une clarté à l'aide de laquelle on pouvait lire jusqu'à minuit.

» Il est à remarquer qu'en moins de trente-quatre jours les vapeurs qui obscurcissaient le Soleil avaient atteint les États-Unis d'Amérique; il a fallu, en 1883, un même laps de temps pour franchir la distance à peu près égale qui sépare le détroit de la Sonde du cap de Bonne-Espérance et de l'Arabie.

» Voici une autre coïncidence : d'après une étude insérée par Hoffmann, en 1832, au t. XXIV des *Annales de Poggendorff*, l'île Julia était recouverte d'une cendre fine et friable dans laquelle on découvrait de nombreux cristaux de pyroxène augite. Or, M. Renard, de l'Académie Royale de Belgique, a examiné les poussières tombées le 27 août à Batavia, à 250$^{km}$ de Krakatoa : c'est une matière gris verdâtre, pulvérulente, à grains impalpables, parmi lesquels on reconnaît sans peine le pyroxène augite. Les deux éruptions paraissent donc avoir été de même nature.

» Ayant examiné au microscope des matières éruptives du Vésuve riches en augite, j'ai constaté, dans les poussières finement porphyrisées, des traces manifestes de dichroïsme : des fragments de cristaux d'un vert très pâle par transmission se coloraient en rouge dans la lumière oblique, par réflexion. Cette observation et les coïncidences signalées ci-dessus pourraient contribuer à l'explication du Soleil vert et des horizons embrasés produits par la réfraction et la réflexion des rayons dans les hautes couches de l'atmosphère. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

## COMITÉ SECRET.

La Section de Géométrie, par l'organe de son doyen M. *Hermite*, présente la liste suivante de candidats, pour la place laissée vacante par le décès de M. *Puiseux* :

*En première ligne*. . . . . . . . . . . M. **Darboux**.
*En deuxième ligne* . . . . . . . . . . M. **Laguerre**.
*En troisième ligne* . . . . . . . . . . M. **Halphen**.
*En quatrième ligne*, ex æquo, *par ordre alphabétique*. . . . . . . . . . . . M. **Appell**. M. **E. Picard**. M. **H. Poincaré**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

J. B.

---

### BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 février 1884.

*Sur un nouveau cas intégrable du problème de l'élastique et l'une de ses applications; par* M. Maurice Lévy. Paris, imp. Gauthier-Villars, 1884; br. in-4°.

*Sur l'observation des mouvements très rapides, spécialement lorsqu'ils sont périodiques. — Quelques expériences sur les lames liquides minces;* 2e Note, *par* J. Plateau. Bruxelles, imp. Hayez; 2 br. in-8°. (Extraits des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*.)

*Bibliographie analytique des principaux phénomènes subjectifs de la vision; par* J. Plateau; 3e supplément, comprenant les années 1880, 1881 et 1882. Bruxelles, imp. Hayez, 1883; in-4°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Belgique*.)

*Troisième Mémoire sur la rhizotaxie. Des racines caulinaires; par* M. D. Clos.

Toulouse, 1883; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse.*) (Présenté par M. Duchartre.)

*Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique,* 1884. Bruxelles, F. Hayez, 1884; in-12.

*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux;* 2e série, t. V, 3e cahier. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Duthu, 1883; in-8°.

*Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde de juin* 1882 *à mai* 1883. Note de M. Rayet. Bordeaux, imp. Gounouilhou, 1883; in-8°.

*Notice sur la scintillation des étoiles dans ses rapports avec la constitution de leur lumière dans l'analyse spectrale. — Influence des perturbations magnétiques sur la scintillation des étoiles; par* M. Ch. Montigny. Bruxelles, imp. Hayez, 1883; 2 br. in-8°. (Extraits des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

*Proceedings of the royal Institution of Great Britain.* Vol. X, Part II, n° 76. London, 1883; in-8°.

*Atti dell'Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario;* anno XXXV, tomo XXXV; 1881-1882. Roma, 1882; in-4°.

*Atti della R. Accademia dei Lincei,* 1883-1884, serie terza; *Transunti,* vol. VIII, fasc. 2, 3. Roma, Salviucci, 1883-1884; 2 liv. in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 3 MARS 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Recherches sur les mélanges gazeux détonants;* par MM. BERTHELOT et VIEILLE.

« Nous avons étudié les principaux mélanges gazeux détonants; nous avons déterminé les pressions développées au moment de l'explosion, tant en vue de connaître cette pression même, qui présente de l'intérêt pour les applications, que la température produite, les chaleurs spécifiques des gaz à diverses températures et spécialement celles des gaz composés. Celles-ci sont tantôt des chaleurs spécifiques vraies, s'il n'y a pas dissociation, tantôt des chaleurs spécifiques apparentes, c'est-à-dire comprenant aussi la chaleur absorbée par la dissociation elle-même. On acquiert par là des lumières nouvelles sur les propriétés physiques des corps et sur leurs réactions chimiques vers 3000° ou 4000°, c'est-à-dire dans des conditions où elles ne sauraient guère être atteintes et précisées, en dehors des méthodes et des instruments employés pour l'étude des matières explosives.

» Ces méthodes et ces instruments sont décrits dans notre Mémoire : nous nous bornerons à dire ici que la mesure des pressions a été obtenue en enregistrant la loi du déplacement d'un piston de section et de masse connues, conformément aux procédés déjà employés par M. Sebert et par M. Ricq pour les matières explosives, brûlant en vase clos ou dans les bouches à feu, ainsi que par M. Vieille [1] pour l'étude des chaleurs spécifiques des gaz simples.

» Les procédés de calcul sont ceux qui ont été exposés par M. Berthelot, d'abord en 1877 [2], pour l'évaluation rigoureuse des limites entre lesquelles la température de combustion d'un mélange gazeux est nécessairement comprise et, l'an dernier [3], pour le calcul des chaleurs spécifiques réelles et apparentes et pour celui de la dissociation, ainsi que pour l'étude de l'influence exercée sur ces diverses données par la pression initiale, c'est-à-dire par la condensation de la matière, d'après la combustion des mélanges isomères.

» Nous avons opéré dans des récipients de capacité différente, suivant la quantité des gaz dont nous pouvions disposer, récipients jaugeant les uns $300^{cc}$, les autres $1^{lit},5$, les autres $4^{lit}$ : les plus grands fournissent les plus fortes pressions, comme on pouvait s'y attendre, à cause de l'influence refroidissante des parois, influence que la petitesse des récipients tend à exagérer. Nous avons déterminé cette influence en opérant sur les mêmes mélanges dans les deux capacités extrêmes, et nous en avons déduit la correction (voisine de $\frac{1}{9}$) qu'il convient d'appliquer aux pressions mesurées dans le petit récipient, toutes les fois que ce dernier a été seul employé [4].

» Tous les chiffres qui suivent sont ainsi ramenés au récipient le plus grand : nous avons admis que ces chiffres s'appliquent sensiblement au cas d'un récipient de capacité indéfinie, c'est-à-dire au cas théorique d'une explosion opérée à volume constant, sans perte de chaleur. Dans un

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 1280, *Appareils;* t. XCVI, p. 116, *Étude du refroidissement;* p. 1218, *Identité des chaleurs spécifiques des gaz simples;* p. 1358, *Chaleurs spécifiques absolues de ces gaz.*

(2) *Annales scientifiques de l'École Normale*, 2e série, t. VI, p. 94; *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 302.

(3) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1186.

(4) Les nombres ainsi obtenus pour certains mélanges, déjà étudiés par M. Bunsen, s'approchent d'ordinaire beaucoup de ceux qu'il avait obtenus par un procédé tout différent : pour $C^2O^2 + O^2$, par exemple, il a donné 10,5, et nous 10,1; pour $H^2 + O^2$, il a donné 9,97, et nous 9,80.

ordre de recherches aussi difficiles, la précision des mesures est souvent assez restreinte, ce qui diminue la certitude des conclusions; mais nous nous sommes efforcés d'y suppléer, en multipliant les points de repère et les termes de comparaison.

» Nous avons exécuté près de deux cent cinquante expériences complètes, comprenant chacune le tracé des pressions successives du mélange explosif. Nous avons opéré sur quarante-deux mélanges explosifs distincts, embrassant non seulement les mélanges de l'oxygène avec l'hydrogène, l'oxyde de carbone et le formène, purs ou mêlés d'azote, mélanges déjà étudiés par MM. Bunsen, Mallard et Le Châtelier [1] et par divers autres observateurs; mais aussi les mélanges renfermant du cyanogène, de l'acétylène, de l'éthylène, du méthyle, de l'éther méthylique et de la vapeur d'éther ordinaire, lesquels fournissent des termes de comparaison plus étendus. Nous y avons joint les mélanges de l'oxygène avec deux gaz combustibles à la fois, tels que l'oxyde de carbone et l'hydrogène, etc. Nous avons également étudié la combustion produite par des comburants autres que l'oxygène, tels que le protoxyde d'azote mêlé à l'hydrogène, à l'oxyde de carbone, au cyanogène, et le bioxyde d'azote mêlé au cyanogène.

» Enfin nous avons examiné avec un soin particulier les mélanges isomères, distincts par leur composition initiale, mais formés des mêmes corps élémentaires, dans les mêmes proportions, et donnant des produits finals identiques, mélanges extrêmement variés qui permettent d'apprécier la différence des condensations et celle des quantités de chaleur. Tels sont les carbures d'hydrogène, comparés aux mélanges d'oxyde de carbone et d'hydrogène, soit :

$$C^4H^6+O^{14} \text{ comparé à } 2C^2O^2+3H^2+O^{10};\ \text{à } C^4H^4+H^2+O^{14};\ \text{à } C^4H^6O^2+O^{12}.$$

Tel aussi le cyanogène, comparé aux mélanges d'oxyde de carbone et d'azote : $C^4Az^2+O^8$ et $2C^2O^2+Az^2+O^4$. Tels encore les mélanges où les oxydes d'azote jouent le rôle de comburants : $H^2+Az^2O^2$, comparé à $H^2+Az^2+O^2$,

$$C^4Az^2+4AzO^2,\ \text{et } 2C^2O^2+3Az^2+O^4;\ \text{et } C^4Az^2+2Az^2+O^8.$$

» L'objet et la marche générale de nos recherches étant ainsi définis, nous allons en exposer les résultats. Voici d'abord le Tableau des pressions, le mélange initial supposé réduit à 0° et 760$^{mm}$ et l'explosion

---

[1] *Journal de Physique*, 2e série, t. I, p. 173.

rapportée au plus grand récipient, c'est-à-dire en admettant que la perte de chaleur est insensible.

PREMIER GROUPE. — MÉLANGES HYDROGÉNÉS.

I. *Hydrogène et oxygène.*

| | | atm |
|---|---|---|
| (1) | $H^2 + O^2$ | 9,80 |
| (2) | $H^2 + O^2 + H^2$ | 8,82 |
| (3) | $H^2 + O^2 + 2H^2$ | 8,02 |
| (4) | $H^2 + O^2 + 3H^2$ | 7,06 |
| (5) | $H^2 + O^2 + O^4$ | 8,69 |
| (6) | $H^2 + O^2 + 3O^4$ | 6,78 |

Les expériences (2) à (6) ont déjà été publiées par M. Vieille, pour établir l'identité des chaleurs spécifiques de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'azote.

II. *Hydrogène, azote et oxygène.*

| | | atm |
|---|---|---|
| (7) | $H^2 + O^2 + \frac{1}{2}Az$ | 9,16 |
| (8) | $H^2 + O^2 + Az^2$ | 8,75 |
| (9) | $H^2 + O^2 + 2Az^2$ | 7,94 |
| (10) | $H^2 + O^2 + 3Az^2$ | 6,89 |

III. *Hydrogène et protoxyde d'azote.*

| | | |
|---|---|---|
| (11) | $H^2 + Az^2O^2$ | 13,60 |
| (12) | $H^2 + Az^2O^2 + Az^2$ | 11,08 |

D'après les séries précédentes, la pression serait représentée par les formules d'interpolation que voici, applicables jusqu'à un volume de gaz inerte double de celui du mélange tonnant : pour $nH^2$ : $9,80 - 0,91n$; pour $nO^4$ : $9,80 - 1,04n$; pour $nAz^2$ : $9,80 - 0,97n$ : soit en moyenne $9,80 - 0,97n$, dans les limites d'erreur.

On remarquera qu'elles ont les mêmes valeurs, que le gaz inerte soit ou non l'un des composants du mélange; ce qui montre le peu d'influence exercée par cette condition sur la dissociation, ou plutôt la faiblesse de la dissociation.

DEUXIÈME GROUPE. — MÉLANGES OXYCARBONIQUES.

I. — *Oxyde de carbone et oxygène.*

| | | |
|---|---|---|
| (13) | $C^2O^2 + O^2$ | 10,12 |

II. — *Oxyde de carbone, azote et oxygène.*

| | | |
|---|---|---|
| (14) | $C^2O^2 + Az + O^2$ | 9,33 |
| (15) | $C^2O^2 + Az^2 + O^2$ | 8,77 |
| (16) | $C^2O^2 + 5Az + O^2$ | 7,05 |

soit pour $+ n Az^2$ en excès : 10,12 — 1,14$n$. Cette diminution est probablement un peu trop forte, à cause de la lenteur des combustions. Nous y reviendrons.

III. — *Oxyde de carbone et protoxyde d'azote.*

| | | |
|---|---|---|
| (17) | $C^2O^2 + Az^2O^2$ | 11,41 |

» Ce chiffre devrait être voisin de 13,6, obtenu avec l'hydrogène ; mais il est diminué de même, à cause de la lenteur des combustions.

IV. — *Mélanges mixtes.*

| | | |
|---|---|---|
| (18) | $C^2O^2 + H + O^3$ | 9,81 |
| (19) | $C^2O^2 + H^2 + O^4$ | 8,79 |
| (20) | $C^2O^2 + H^3 + O^5$ | 9,44 |
| (21) | $C^2O^2 + H^4 + O^6$ | 9,61 |

» Ces chiffres devraient être les mêmes que la moyenne des deux mélanges tonnants simples ; mais ils sont plus faibles, surtout pour (19), parce que, l'hydrogène brûlant plus vite que l'oxyde de carbone, le maximum de pression ne répond pas à la combustion simultanée des deux gaz : c'est ce que nous établirons par l'étude des courbes de pression.

TROISIÈME GROUPE. — CYANOGÈNE.

I. — *Cyanogène et oxygène : combustion totale.*

| | | |
|---|---|---|
| (29) | $C^4Az^2 + O^8$ | 20,96 |

II. — *Cyanogène, azote et oxygène : combustion totale.*

| | | |
|---|---|---|
| (30) | $C^4Az^2 + Az^2 + O^8$ | 17,70 |
| (31) | $C^4Az^2 + 2Az^2 + O^8$ | 14,74 |
| (32) | $C^4Az^2 + 4Az^2 + O^8$ | 12,33 |

III. — *Cyanogène, oxygène et azote : combustion incomplète.*

| | | |
|---|---|---|
| (33) | $C^4Az^2 + O^4$ | 25,11 |
| (34) | $C^4Az^2 + 1\frac{1}{2}Az + O^4$ | 20,67 |
| (35) | $C^4Az^2 + 2Az^2 + O^4$ | 15,26 |
| (36) | $C^4Az^2 + \frac{79}{21}Az^2 + O^4$ | 11,78 |

Les expériences (33) à (38) ont déjà été données par M. Vieille, qui en a déduit les chaleurs spécifiques de l'azote et de l'oxyde de carbone. Nous y reviendrons.

IV. — *Cyanogène, oxyde de carbone et oxygène : combustion incomplète.*

| | | |
|---|---|---|
| (37) | $C^4Az^2 + 1\frac{1}{2}CO + O^4$ | 21,24 |
| (38) | $C^4Az^2 + 2C^2O^2 + O^4$ | 15,46 |

V. — *Cyanogène et gaz comburants composés : combustion totale.*

| | | |
|---|---|---|
| (39) | $C^4Az^2 + 4AzO^2$ ........................ | 16,92 |
| (40) | $C^4Az^2 + 4Az^2O^2$ ........................ | 22,66 |

VI. — *Cyanogène et gaz comburants composés : combustion incomplète.*

| | | |
|---|---|---|
| (41) | $C^4Az^2 + 2AzO^2$ ........................ | 23,34 |
| (42) | $C^4Az^2 + 2Az^2O^2$ ........................ | 26,02 |

» La dernière pression est la plus grande qui ait été obtenue avec les mélanges gazeux pris sous la pression normale.

QUATRIÈME GROUPE. — CARBURES D'HYDROGÈNE.

I. — *Gaz purs.*

| | | |
|---|---|---|
| (22) | Acétylène, $C^4H^2 + O^{10}$ .................... | 15,29 |
| (23) | Éthylène, $C^4H^4 + O^{12}$ .................... | 16,13 |
| (24) | Méthyle, $C^4H^6 + O^{14}$ .................... | 16,18 |
| (25) | Formène, $2C^2H^4 + O^{16}$ .................... | 16,34 |

» On remarquera que tous ces carbures développent sensiblement la même pression.

II. — *Mélanges mixtes.*

| | | |
|---|---|---|
| (26) | Éthylène et hydrogène, $C^4H^4 + H^2 + O^{14}$ ..... | 14,27 |

III. — *Gaz renfermant de l'oxygène.*

| | | |
|---|---|---|
| (27) | Éther méthylique, $C^4H^6O^2 - O^{12}$ ........... | 19,91 |
| (28) | Éther ordinaire, $C^8H^{10}O^2 + 2O^{12}$ ........... | 16,33 |

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une Note récente de M.* D. André [1]; par M. SYLVESTER.

« Le théorème de M. André est une conséquence immédiate de la généralisation que j'ai donnée du théorème de Newton (*Arithmétique universelle*, 2e Partie, Ch. II) sur les racines imaginaires des équations.

» On verra, en consultant mon travail sur ce sujet (*Proceedings of the London mathematical Society*, n° 2), que si $u_0, u_1, u_2, \ldots, u_m$ sont les coefficients d'une équation du degré $m$ et si

$$G'_r = ru_r^2 - (r+1)\gamma_r u_{r-1}u_{r+1}$$

ou

$$\gamma_r = \frac{\varphi + r - 1}{\varphi + r},$$

[1] *Comptes rendus*, séance du 18 février 1884.

$\gamma$ étant une quantité réelle quelconque qui n'est pas intermédiaire entre o et $-m$, l'équation aura nécessairement au moins autant de racines imaginaires qu'il y a de variations de signes dans la série $G_0, G_1, G_2, \ldots, G_m$.

» En faisant $\nu = -m$, on a le théorème de Newton; en faisant $\nu = 1$, on voit qu'on peut prendre $G_r = u_r^2 - u_{r-1}u_{r+1}$. Conséquemment le théorème de M. André subsiste, quel que soit le signe de la quantité qu'il nomme $\alpha$ et quels que soient les signes des quantités qu'il nomme $u_0$, $u_1, \ldots, u_m$.

» De plus, le théorème subsistera encore quand, outre ces modifications, au lieu de l'équation

$$u_n = \alpha u_{n-1} + \beta u_{n-2},$$

on écrit

$$\nu_n = \alpha \nu_{n-1} + \beta \nu_{n-2}$$

ou

$$\nu_0,\ \nu_1,\ \nu_2,\ \ldots,\ \nu_m,$$

identiques avec

$$u_0,\ \frac{u_1}{m},\ \frac{u_2}{\frac{1}{2}(m.m-1)},\ \frac{u_3}{\frac{1}{1.2.3}m(m-1)(m-2)},\ \ldots.$$

» Il y a encore une autre extension importante à ajouter, en considérant l'équation

$$u_{n-1}u_{n+1} - u_n^2 = A\alpha^x + B\beta^x + C\gamma^x,$$

dont j'ai donné une solution particulière dans l'*American Mathematical Journal,* Vol. IV.

» Il est peut-être digne de remarque que si, dans la formule établie pour $\gamma_r$, on fait $n$ infini, la règle calquée sur celle de Newton (mais plus générale) enseigne que, quels que soient $a$, $b$, $c$ ou $m$, l'équation

$$a\left(1 + x + \frac{x^2}{1.2} + \frac{x^3}{1.2.3} + \cdots + \frac{x^m}{1.2\ldots m}\right) + b\left(1 - x + \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{1.2.3} + \cdots \pm \frac{x^m}{1.2\ldots m}\right) + c = 0$$

ne peut jamais avoir plus de deux racines réelles. »

M. DE LESSEPS fait hommage à l'Académie d'un Rapport de M. *Vinclair,* directeur général des travaux du canal de l'isthme de Panama, sur la situation de ces travaux à la fin de décembre 1883.

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre pour la Section de Géométrie, en remplacement de M. *Puiseux*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

| | | |
|---|---|---|
| M. Darboux obtient. . . . . . . . . . . | 47 | suffrages |
| M. Laguerre » . . . . . . . . . . . | 3 | » |
| M. Poincaré » . . . . . . . . . . . | 2 | » |

Il y a un bulletin blanc.

M. **Darboux**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

## MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE. — *Les Cartes de Madagascar, depuis le moyen âge jusqu'à nos jours*. Note de M. **Alf. Grandidier**.

« Longtemps avant la découverte de Madagascar par les Portugais, découverte qui eut lieu, non point en 1506, comme on le dit toujours, mais bien en 1500, comme il ressort de la lecture attentive que j'ai faite des anciens auteurs espagnols, cette île était déjà connue par les ouvrages des géographes grecs et des géographes arabes.

» Si les commentateurs de Ptolémée ont discuté pendant si longtemps, et discutent encore sur l'identification de Menuthias, c'est qu'ils n'avaient point une connaissance suffisante du régime si régulier des vents et des courants dans cette région, ni des usages de la navigation locale. Aussi, la distance qu'ils ont évaluée, d'après les seules données que nous trouvons dans les auteurs anciens, c'est-à-dire d'après le nombre des journées de navigation entre le cap des Aromates ou Guardafui et les caps Prasum et Rhaptum, auprès desquels se place Menuthias, est beaucoup trop faible, parce qu'ils ont à tort tenu compte des changements de force et de direction qui, disent-ils, ont dû se produire dans le vent pendant une traversée aussi longue. Dans ces parages, les boutres, poussés presque vent arrière par les moussons, n'ont à craindre aucune déviation de route, et de tout

temps ils ont eu les qualités de construction et de voilure requises pour bien marcher avec bon vent. Sans entrer ici dans une discussion plus approfondie, il me suffira de dire que, d'après la durée des traversées citées par les géographes grecs et évaluées avec les connaissances que nous avons des conditions de la navigation dans ces régions, et d'après les détails qu'Arrien donne, d'une part, sur l'aspect et les productions de cette île et, d'autre part, sur sa situation par rapport aux *Pyralaos* ou îles volcaniques, qui, à mon avis, ne peuvent être identifiées qu'avec les Comores, Menuthias est bien l'île de Madagascar.

» Nous trouvons encore la mention de Madagascar dans les *Prairies d'or* de Maçoudi, sous le nom de *pays de Djafouna,* puis dans le *Nozhat Almoschtak* d'Edrisi, qui, dans un planisphère informe daté de 1153, l'a marqué sous le nom de *Chezbeza,* à côté d'un groupe d'îles, Zabedj, au milieu duquel est indiquée une « montagne de feu » ou Djebel Ennar et qui doit s'identifier avec l'archipel des Comores, ainsi qu'il ressort de la description que ce célèbre géographe en donne dans le texte.

» Mais il faut sortir du moyen âge pour trouver des Cartes où la disposition des mers et des pays de l'Orient soit à peu près exacte. Je ne parlerai point ici du globe si artistiquement exécuté en 1492 par Martin Behaim, où ce géographe, s'inspirant des récits de Marco Polo, a placé Madagascar au nord-ouest de Zanzibar, en lui donnant une forme et une orientation de pure fantaisie, ni des nombreuses Cartes où l'on a copié ce globe avec des variantes plus ou moins heureuses, et j'arriverai de suite au premier planisphère qui ait donné une idée exacte de la position et de la configuration générale de cette île, au planisphère de Pilestrina, daté de 1511, onze ans seulement après sa découverte par les Portugais; pendant deux siècles et demi, on n'y a pas apporté de modifications importantes. La Carte marine dressée en 1770 par D'Après de Mannevillette, à l'aide des données fournies par les marins et les ingénieurs français, a seule marqué un progrès notable, au double point de vue de la position géographique et de la délinéation des côtes. Enfin, en 1825, a paru la Carte hydrographique du commodore Owen, qui, depuis cette époque, sert de base à toutes les publications cartographiques sur Madagascar; si les bouches de rivières, les villages du littoral, les lagunes n'y sont pas toujours marquées avec exactitude, la délinéation des côtes y est, en effet, bonne au moins pour des Cartes à petite échelle.

» Si maintenant nous considérons les Cartes de Madagascar au point de vue topographique, nous verrons que jusqu'en 1871 les montagnes y ont

été tracées au hasard, suivant la fantaisie des auteurs. Toutes représentent en effet Madagascar comme coupé du nord au sud, dans le sens de sa plus grande longueur, en deux parties à peu près égales, par une chaîne de montagnes qui envoie vers l'est et vers l'ouest des ramifications entre lesquelles s'étalent de larges vallées. La limite de distribution des eaux est également placée à peu près au milieu de l'île, et d'immenses forêts la couvrent presque en totalité.

» Cette disposition des montagnes, des eaux et des forêts est tout à fait erronée. L'île de Madagascar, comme l'ont montré mes explorations, comprend deux parties bien distinctes : la région orientale, qui est occupée par un massif montagneux très large et très mouvementé, et la région occidentale qui est plate.

» Le massif montagneux, dont la base baigne dans l'océan Indien du côté de l'est, et qui couvre les $\frac{3}{5}$ de la surface de l'île, s'élève assez rapidement jusqu'à une hauteur d'environ $1500^m$; au delà, c'est une mer de montagnes dont l'altitude moyenne est de $1000^m$ à $1200^m$ et qui ne laissent entre elles que de petits vallons étroits, à l'exception de quelques vastes cirques, lits d'anciens lacs plus ou moins desséchés. Quant au plateau qu'indiquent les Cartes dans l'intérieur de l'île, il n'existe pas, puisque tout le centre est tellement bouleversé que l'on y fait souvent un long chemin avant d'y trouver une surface plate, même de quelques hectares. Après une quarantaine de lieues à travers ces montagnes, on descend par une pente abrupte dans la grande plaine occidentale dont j'ai le premier révélé l'existence et que coupent, du nord au sud, deux petites chaînes de montagnes.

» Les cours d'eau, comme l'avait remarqué Flacourt, et contrairement à ce qu'indiquent toutes les Cartes modernes, prennent leur source beaucoup plus près de la côte orientale que de la côte occidentale.

» Enfin, j'appellerai l'attention de l'Académie sur la disposition toute particulière qu'ont les forêts à Madagascar, et que j'ai le premier signalée. Une bande large tout au plus de quelques lieues, et concentrique à la côte dont elle n'est pas très éloignée, entoure complètement l'île, à laquelle elle fait comme une ceinture : par le travers de la baie d'Antongil elle est plus grande que partout ailleurs; cette bande suit du côté de l'est le haut du versant oriental des contreforts du grand massif, laissant entre la mer et elle des côteaux et des montagnes que couvrent des arbustes, des plantes herbacées et des bouquets de bois. Une autre bande, qui est encore plus étroite, longe, parallèlement à la première, la crête qui forme le partage des eaux. La vaste étendue qu'entoure cette ceinture de forêts est dans la

partie montagneuse, c'est-à-dire dans les deux tiers de sa surface, dénuée d'arbres et même d'arbustes, et couverte seulement d'une herbe grossière; les plaines de l'ouest et du sud sont semées de bosquets et d'arbres isolés. On voit qu'on est loin de ces forêts immenses couvrant l'île presque entière, dont on a toujours parlé.

» Il résulte de cet aperçu historique que, si l'on doit à D'Après de Mannevillette le premier tracé approché des côtes de cette île, ce n'est que cent ans plus tard, en 1871, que l'esquisse que j'ai rédigée à mon retour de voyage a donné la première idée exacte de son aspect physique. Les Cartes qui ont été publiées depuis cette époque ne sont que la copie exacte de cette esquisse, à laquelle sont ajoutés quelques itinéraires nouveaux suivis par divers missionnaires, qui n'ont fait que confirmer mes vues générales. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION. — *Sur le principe des navires à flottaison cellulaire et les premiers projets de bâtiments de guerre étudiés d'après ce principe.* Note de M. **Bertin**.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

« La cuirasse fut, à l'origine, un moyen de protection parfait, au point de vue de l'impénétrabilité, et très compatible avec des déplacements modérés. Vers 1865, c'étaient des frégates de 5800 tonneaux qui plaçaient si haut notre puissance navale; on put même, à cette époque, en restreignant l'étendue de la surface couverte de fer, construire des blindés de 3400 tonneaux, qui rendirent pendant dix ans, dans les stations lointaines, les plus utiles services.

» Vers 1870, l'artillerie commençant à résoudre le problème de la perforation à grande distance, la question changea pour les constructeurs. D'une part, il fallait dépasser 8000 tonneaux, pour être à l'épreuve de tous les canons en service lors de la mise en chantier. D'autre part, il fallait admettre que tout bâtiment devait, dans le cours de son existence, cesser d'être impénétrable, pour tomber dans le rang inférieur des navires qui n'avaient qu'une protection relative, efficace seulement en face de quelques adversaires particuliers.

» Une telle situation conduisait naturellement à étudier un système de

protection qui convînt aux navires trop petits pour recevoir les nouvelles cuirasses et qui, appliqué à un cuirassé, rendît moins dangereuses les avaries résultant d'une perforation. Cette recherche conduisit au système des bâtiments à flottaison cellulaire.

» Dans un navire à flottaison cellulaire, la région voisine de la flottaison, où une brèche expose un navire ordinaire à couler bas, forme une tranche horizontale, divisée en un grand nombre de compartiments étanches, aussi remplis que possible de matières encombrantes; dès lors, l'eau ne peut envahir qu'un espace limité, et un coup reçu ne constitue pas une avarie majeure.

» La tranche cellulaire repose à sa base sur un point étanche, qui doit résister à l'explosion et aux éclats des obus, qui peut même exceptionnellement être touché par les projectiles, et dont il convient de faire un véritable pont blindé. Recouvert par la tranche cellulaire, défendu par sa position même au-dessous de la flottaison, le pont blindé des bâtiments cellulaires protége parfaitement l'étage inférieur du navire, c'est-à-dire le moteur, les poudres, toutes les parties vitales.

» Deux dispositions importantes complètent les propriétés du système. En abord de la tranche, règne tout autour du navire une ceinture de cellules, destinées à être remplies de matières faisant obstacle au passage de l'eau quand la cellule est traversée : c'est le bâtardeau ou *cofferdam*; le jeu des pompes est combiné de manière à épuiser facilement l'eau des suintements; on recule ainsi l'heure où, sur le navire criblé à la flottaison, les compartiments intérieurs devront être abandonnés à la mer. Dans le centre du navire, on réserve, à travers la tranche cellulaire, des passages pour les échelles de circulation, les conduites d'air, les cheminées des chaudières, etc., en les entourant de protections spéciales, cuirasse ou simple cofferdam, pour empêcher l'eau d'envahir jamais les fonds, en tombant par les écoutilles du pont blindé.

» J'offrirai très prochainement à l'Académie un extrait des projets de bâtiments cellulaires qui sont les premiers en date. On y trouvera, avec l'exposé détaillé des principes qui précèdent, les calculs relatifs à l'effet probable des projectiles sur l'immersion, l'assiette, la stabilité d'un navire disposé suivant ce système.

» Ma première étude, terminée le 16 juin 1870, était relative à un gros navire blindé, dont l'entrepont cuirassé, situé à la hauteur de la flottaison, était divisé en grands compartiments étanches, reposant sur un pont étanche.

Tous les passages à travers cet entrepont, ouverts pendant le combat, étaient réunis dans un grand panneau central, que protégeait une cuirasse particulière et une ceinture de soutes à charbon.

» Deux ans plus tard, le 28 juillet 1872, je proposai un bâtiment de 4200 tonneaux, dans lequel la tranche cellulaire était substituée complètement à la cuirasse. Une partie seulement des cellules régnait sur toute la hauteur et devait recevoir du charbon ; les autres, subdivisées dans le sens de la hauteur, devaient rester vides. Le pont inférieur était blindé. En abord, régnait un cofferdam complet. Les passages à travers la tranche cellulaire étaient blindés.

» Deux projets ultérieurs, datés du 24 avril et du 30 octobre 1873, qui ne sont que la suite du précédent, présentèrent diverses modifications de détail. Les cellules, portées toutes à de grandes dimensions, devinrent les véritables soutes du navire, ainsi remontées d'un étage, tandis que l'appareil moteur et les munitions de guerre s'étendaient dans toute la longueur des fonds. Le blindage des panneaux était remplacé par des dispositions jouant le rôle de cofferdam. Les moyens adoptés pour permettre de remplir le cofferdam en abord étaient meilleurs; le tuyautage d'épuisement des eaux qui pouvaient avoir traversé le cofferdam était perfectionné. L'étude était ainsi arrivée à un point tel, qu'il n'y a guère été apporté de changements dans les applications ultérieures de la tranche cellulaire.

» Depuis 1874, de nombreux bâtiments ont été mis en chantier, sur le principe de la flottaison cellulaire. Ils occupent tous les degrés de l'échelle des grandeurs, depuis les petits croiseurs anglais de 2400 tonneaux, *type Comus,* jusqu'aux colosses de 13800 tonneaux, *type Italia;* en France, nous lancerons prochainement le croiseur *le Sfax*, de 4500 tonneaux. Cette étendue extrême des applications du nouveau système, alors que les cuirassés ne sortaient pas de certaines dimensions, s'explique sans peine. La légèreté de la tranche cellulaire permet de l'adopter sur de petits navires; son efficacité a pu être jugée suffisante pour la protection des plus gros bâtiments. Il suffit de développer la vitesse et l'armement pour avoir un croiseur ou un navire de combat; en étendant aux parties latérales des fonds le système de la subdivision, seul efficace contre la torpille, on aura même des navires propres à la guerre de côtes.

» Pour un navire de taille à porter une cuirasse, l'avantage de la tranche cellulaire est de prendre 2 pour 100 à peine du déplacement, alors qu'une ceinture de plaques prendrait 15 pour 100; encore les cloisons sont-elles une liaison et non une charge. Quant à l'efficacité relative des deux sys-

tèmes, elle dépend de nombre de circonstances variables d'une époque à l'autre. La tranche cellulaire n'aurait donné qu'un appoint de protection insignifiant à notre flotte cuirassée de 1865; elle était un moyen de défense parfait vers 1870, quand les navires portaient comme unique armement un petit nombre de grosses pièces de perforation; aujourd'hui, elle a ses ennemis les plus dangereux dans l'artillerie de petit calibre, impuissante contre les cuirasses. En thèse générale, un navire cellulaire doit se démoder moins vite qu'un cuirassé, les progrès du canon ayant contre lui des effets moins foudroyants que la perforation inattendue d'un blindage. Les deux systèmes, du reste, loin de s'exclure, se prêtent, dans une flotte, un mutuel appui, par les conditions toutes différentes qu'ils imposent à l'armement de l'adversaire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelles expériences d'imitation des anneaux électrochimiques, par les courants d'eau continus.* Mémoire de M. C. **Decharme.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans une Note précédente [1], j'ai indiqué un moyen d'imiter les anneaux de Nobili, par la chute de petites colonnes d'eau sur une plaque de verre recouverte d'une mince couche de minium en suspension.

» Dans les expériences qui font l'objet du Mémoire actuel, j'ai fait usage d'un *courant d'eau continu*, qui sort d'un tube cylindrique ou convergent ($2^{mm}$ à $5^{mm}$ de diamètre, à l'orifice) et qui tombe verticalement sur une plaque de verre noir, horizontale, mouillée dans toute son étendue. Le tube porte-courant est fixé à une hauteur variable, mais toujours telle que, à la distance où le liquide rencontre la plaque, la veine fluide ne présente encore aucune solution de continuité, condition essentielle. Aussi le jet tombe-t-il sans bruit, en produisant autour du point de chute des *anneaux liquides parfaitement fixes* (phénomène dû au mouvement vibratoire longitudinal du jet, au frottement de l'eau contre le verre et au régime d'écoulement régulier du liquide). Ces ondes concentriques, dont le diamètre et le nombre varient avec les conditions expérimentales, sont espacées à la façon des anneaux électrochimiques, qu'elles imitent mieux en-

(1) *Comptes rendus*, 13 mars 1882, p. 722.

core que les figures produites par la chute de colonnes d'eau, en ce qu'elles montrent le phénomène à l'état dynamique.

» Pour imiter, par les courants d'eau continus, les anneaux électrochimiques multiples, j'emploie un cylindre creux, sorte de tambour métallique, dont la face inférieure est traversée par 2, 3, 4, ... tubes parallèles, tandis que la face supérieure porte un seul tube large par lequel arrive le liquide. Si, par ce moyen, on dirige sur la plaque de verre deux ou plusieurs jets continus, dont les *champs hydrodynamiques* empiètent les uns sur les autres, alors les ondes (qui n'interfèrent pas en cette circonstance) se compriment mutuellement, se resserrent du côté des jets, en produisant des déformations diverses, tout à fait semblables à celles des anneaux électrochimiques dans les conditions correspondantes.

» Ce procédé s'applique aussi à l'imitation des anneaux bipolaires et aux diverses figures équipotentielles d'écoulement électrique, signalées par M. Guébhard (¹). En effet, bien que l'action chimique et la coloration diffèrent essentiellement aux deux pôles, la forme de ces figures ne change pas lorsqu'on intervertit le sens du courant électrique; ce qui prouve que le mode d'écoulement est le même aux deux pôles. Si cependant on veut obtenir, par voie hydraulique, deux effets mécaniques opposés, correspondant aux effets de polarité, on emploie simultanément le *jet direct* et l'*aspiration* énergique du liquide (par un siphon de $7^m$ de longueur). On obtient ainsi des anneaux liquides, les uns *en relief*, les autres *en creux*.

» Mon Mémoire est accompagné de photographies représentant les anneaux simples et multiples. »

M. **Bordone** soumet au jugement de l'Académie une Note relative à un nouveau système de générateur de vapeur, dont il a déjà expérimenté le fonctionnement.

L'un de ces générateurs, ayant seulement $12^m$ de surface de chauffe, a été expérimenté à Versailles; il a fourni, pendant une série d'essais qui a duré trois mois, une moyenne de $10^{kg},047$ d'eau vaporisée par kilogramme de houille brute, tout venant, provenant des mines d'Aniche.

Des essais comparatifs, effectués au frein de Prony, avec des appareils de systèmes différents, classés parmi les meilleurs, ont donné un rendement de 30 pour 100 en faveur du système actuel.

L'appareil donne également des résultats satisfaisants, quant à la fumi-

(¹) *Comptes rendus*, 1880 à 1882.

vorité, à l'inincrustabilité, à la rapidité de mise en pression, à la siccité de vapeur, à la facilité de conduite du feu et à l'utilisation complète des produits de la combustion.

L'auteur donne, dans sa Note, la description des particularités de construction qui distinguent ce système de générateurs : elles ont pour effet, d'une part, d'obliger l'eau d'alimentation à marcher en sens inverse des gaz chauds; d'autre part, de supprimer toute espèce de barreaux de grille, en employant, comme prises d'air, des entretoises creuses, reliant la tôle d'enveloppe à celle du foyer.

L'appareil, après avoir été alimenté avec de l'eau de Seine, a également fonctionné, pendant deux cent cinquante heures, avec de l'eau de mer artificielle. L'auteur vient de faire construire un modèle plus petit, ayant seulement $0^m,70$ de longueur et $0^m,38$ de diamètre, qu'il va mettre en expérience avec de l'eau de mer naturelle.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Tresca, Haton de la Goupillière.)

M. **Hainaut** adresse, de Rouen, une Note relative à une méthode graphique de construction des compensateurs, pour l'horlogerie de précision.

(Commissaires : MM. Faye, Phillips, Resal.)

## CORRESPONDANCE.

Le **Franklin-Institute**, de l'État de Pensylvanie, informe l'Académie qu'il ouvrira, à Philadelphie, une Exposition internationale d'électricité, le 2 septembre 1884.

M. le vice-amiral **Cloué** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Géographie et Navigation.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le 1er numéro du « Bulletin astronomique », publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. *Tisserand*, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. *G. Bigourdan, O. Callandreau* et *R. Radau* ;

2° Le « Traité clinique et pratique des maladies des enfants, par *Rilliet* et *Barthez* », 3e édition, publiée par MM. *Barthez* et *Sanné*. (Présenté par M. Charcot.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorème permettant de constater que certaines équations algébriques n'ont aucune racine positive.* Note de M. **Désiré André**, présentée par M. Hermite.

« Les théorèmes généraux que j'ai donnés, il y a quelque temps, touchant l'abaissement des limites fournies par la règle des signes de Descartes, reposent sur la considération des *trinômes abaisseurs*, et supposent essentiellement que ces trinômes soient à la fois *distincts* et *compatibles*. Le théorème particulier qui suit repose encore sur le même fondement; mais les trinômes abaisseurs qui y figurent sont toujours forcément *distincts* et n'ont nul besoin d'être *compatibles*.

» Théorème. — *Si, dans le premier membre de l'équation $f(x) = 0$, tous les termes d'un certain signe sont, chacun, le terme moyen d'un trinôme abaisseur de la première espèce, cette équation n'a aucune racine positive.*

» Supposons, pour fixer les idées, que les termes satisfaisant à la condition énoncée soient les termes négatifs du polynôme $f(x)$. Chacun d'eux est alors le terme moyen d'un trinôme abaisseur de la première espèce, c'est-à-dire d'un trinôme tel que

$$Lx^{p+1} - Mx^p + Nx^{p-1},$$

où le carré $M^2$ ne dépasse pas le produit LN.

» Cela étant, si l'on a soin, dans $f(x)$, de dédoubler tout terme positif compris entre deux termes négatifs, on peut, sans changer l'ordre des termes, mettre ce polynôme tout entier sous la forme d'une somme de groupes, qui sont de deux sortes : les uns étant formés de termes, tous positifs, en nombre quelconque ; les autres se composant chacun de trois termes, un négatif entre deux positifs, et correspondant aux trinômes abaisseurs dont on vient de parler.

» Les groupes de la première sorte, formés de termes tous positifs, sont évidemment chacun supérieurs à zéro, pour toutes les valeurs supérieures à zéro que l'on peut donner à $x$.

» Les groupes de la seconde sorte nous présentent les quatre types que voici :

$$(1)\qquad \frac{L}{2}x^{p+1} - Mx^p + \frac{N}{2}x^{p-1},$$

$$(2)\qquad \frac{L}{2}x^{p+1} - Mx^p + Nx^{p-1},$$

$$(3)\qquad Lx^{p+1} - Mx^p + \frac{N}{2}x^{p-1},$$

$$(4)\qquad Lx^{p+1} - Mx^p + Nx^{p-1}.$$

» Abstraction faite de ses $p - 1$ racines nulles, tout groupe du type (1) a ses racines imaginaires ou égales, car la relation

$$M^2 - LN \leq 0,$$

qui est satisfaite par hypothèse, peut s'écrire

$$M^2 - 4\frac{L}{2}\frac{N}{2} \leq 0.$$

» Il s'ensuit que ce groupe est positif ou nul pour toutes les valeurs de $x$ supérieures à zéro; et, de plus, que, pour ces mêmes valeurs de $x$, les groupes des types (2), (3) et (4) sont positifs et non nuls.

» Or, dans le polynôme $f(x)$, mis sous la forme d'une somme de groupes, il existe forcément un groupe, au moins, appartenant à l'un de ces trois derniers types. Donc $f(x)$ est supérieur à zéro pour toutes les valeurs de $x$ supérieures à zéro. Donc, comme il s'agissait de l'établir, l'équation $f(x) = 0$ n'a aucune racine positive.

» La présente démonstration est, on le voit, tout élémentaire; elle s'appuie sur un genre de considérations très simple, très usité, mais différant absolument de celui qui m'a conduit aux théorèmes généraux.

» Quant au théorème particulier qui fait l'objet de cette Note, et qui me paraît tout nouveau, il possède cet avantage, remarquable et rare, qu'on n'a point à s'y préoccuper de savoir si les trinômes abaisseurs qu'on y considère sont distincts ou compatibles; mais il présente un inconvénient grave, qui en diminue beaucoup l'étendue et par conséquent l'utilité : c'est de supposer que le polynôme $f(x)$ soit d'une forme spéciale, et que les coefficients du signe considéré y satisfassent tous, sans exception, à la condition énoncée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions hyperfuchsiennes.* Note de M. E. PICARD, présentée par M. Hermite.

« Parmi tant de beaux résultats obtenus par M. Poincaré dans sa théorie des fonctions fuchsiennes, l'un des plus importants pour les applications est la formation d'une fonction fuchsienne, définie seulement à l'intérieur du cercle fondamental, qui ne peut pas prendre $n$ valeurs données arbitrairement. Dans la théorie des fonctions de deux variables indépendantes que j'ai appelées *hyperfuchsiennes*, il se présente une question qui offre quelque analogie avec le problème précédent et dont je voudrais dire quelques mots dans cette Note.

» Admettons que le *polyèdre* fondamental du groupe hyperfuchsien considéré ait un certain nombre de *sommets* sur l'hypersphère de rayon un : chacun de ceux-ci est le sommet d'un angle polyèdre à six *faces*, conjuguées deux à deux, de telle manière qu'à chaque sommet correspondent trois substitutions fondamentales du groupe. Nous supposons de plus que celles-ci sont de la forme suivante : soit $(\xi_0, \eta_0)$ le sommet, et posons

$$u = \frac{\xi - \xi_0}{\eta - \eta_0}, \quad v = \frac{1}{\eta - \eta_0};$$

les trois substitutions fondamentales relatives à ce sommet ont la forme

$$\begin{gathered}(u, v, u, v + a),\\ (u, v, u + \alpha, v + \beta u + \gamma),\\ (u, v, u + \alpha', v + \beta' u + \gamma').\end{gathered}$$

» Dans ces conditions, comme j'ai déjà eu l'occasion de le montrer dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, novembre 1883), le point $(\xi = \xi_0, \eta = \eta_0)$ est un point d'indétermination pour toute fonction hyperfuchsienne relative au groupe précédent, et cela de telle manière que, quand le point $(\xi, \eta)$ s'approche de $(\xi_0, \eta_0)$, la fonction devient une fonction doublement périodique du rapport arbitraire $\frac{\xi - \xi_0}{\eta - \eta_0}$.

» Admettons enfin que, pour le groupe précédent, toutes les fonctions hyperfuchsiennes correspondantes puissent s'exprimer rationnellement à l'aide de deux d'entre elles.

» Soient
$$x = f(\xi, \eta), \quad y = F(\xi, \eta)$$

ces deux fonctions. A chacun des sommets du polyèdre situés sur l'hypersphère correspondent une infinité de valeurs de $x$ et $y$ liées par une relation algébrique

$$\varphi(x, y) = 0,$$

qui est au plus du genre *un*. On aura ainsi $n$ relations correspondant aux $n$ sommets

$$\varphi_i(x, y) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Les deux fonctions $x$ et $y$ jouiront de la propriété suivante : pour aucune valeur de $(\xi, \eta)$ à l'intérieur de l'hypersphère, les polynômes $\varphi_i(x, y)$ ne s'annuleront.

» Les considérations précédentes conduisent donc à une classe étendue de systèmes de deux fonctions hyperfuchsiennes qui ne peuvent vérifier certaines relations algébriques, et l'on voit immédiatement la question générale que l'on est ainsi conduit à se poser.

» J'indiquerai un exemple bien simple qui se rattache de très près à des fonctions hyperfuchsiennes dont j'ai fait précédemment l'étude. Considérons l'expression

$$\int_g^h u^{-\frac{1}{3}}(u-1)^{-\frac{1}{3}}(u-y)^{-\frac{1}{3}}(u-x)^{-\frac{2}{3}}\,du,$$

où $g$ et $h$ désignent deux des quantités $0$, $1$, $x$, $y$ et $\infty$. Les fonctions de $x$ et $y$ ainsi obtenues satisfont à un système de trois équations linéaires simultanées aux dérivées partielles; en désignant par $\omega_1$, $\omega_2$, $\omega_3$ trois solutions convenables linéairement indépendantes, et posant

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \xi, \quad \frac{\omega_3}{\omega_1} = \eta,$$

on obtient pour $x$ et $y$ des fonctions hyperfuchsiennes de $\xi$ et $\eta$, définies seulement dans l'hypersphère de rayon *un*. Elles sont continues dans tout ce domaine, et aucune des relations

$$x = 0, \quad x = 1, \quad x = y$$

n'est jamais satisfaite. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes d'ordre fini, contenus dans le groupe des substitutions quadratiques Cremona.* Note de M. **Autonne**, présentée par M. Jordan.

« On sait que M. Jordan a énuméré et construit les divers groupes d'ordre fini contenus dans le groupe des substitutions linéaires à trois variables (collinéations). Nous avons essayé de faire le même travail pour les substitutions unidéterminatives et réversibles du second ordre, c'est-à-dire pour les substitutions quadratiques Cremona.

» Une substitution quadratique Cremona et son inverse sont définies par les symboles

$$S = |z_i \quad \varphi_i(z_1, z_2, z_3)| \qquad S^{-1} = |z_i \quad \theta_i(z_1, z_2, z_3)|, \qquad (i = 1, 2, 3),$$
$$\varphi_i(\theta_1, \theta_2, \theta_3) = M z_i, \quad \theta_i(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3) = N z_i,$$

les équations

$$\varphi = u_1\varphi_1 + u_2\varphi_2 + u_3\varphi_3 = 0 \quad (u_i = \text{constante arbitraire}),$$
$$\theta = v_1\theta_1 + v_2\theta_2 + v_3\theta_3 = 0 \quad (v_i = \text{constante arbitraire})$$

représentant, en coordonnées homogènes $z_i$, deux réseaux de coniques à trois points fixes, dits *fondamentaux*.

Considérons deux substitutions Cremona quadratiques

$$S = |z_i \quad \varphi_i(z)|, \quad S' = |z_i \quad \varphi'_i(z)|;$$

j'appelle produit S'S de S' par S la substitution du quatrième ordre

$$S'S = |z_i \quad \varphi'_i(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)|.$$

Je dirai que S' et S forment un *groupe quadratique Cremona*, si le produit S'S (ainsi, bien entendu, que SS') est aussi une substitution quadratique Cremona. Il faut et il suffit pour cela qu'en posant

$$\varphi'_i(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3) = \Phi_i(z_1, z_2, z_3),$$

on ait d'abord

$$\Phi_i = \Omega\psi_i,$$

$\Omega$ étant en $z_i$ du degré 2 au moins; les coniques

$$\psi = \varpi_1\psi_1 + \varpi_2\psi_2 + \varpi_3\psi_3$$

doivent ensuite former un réseau à trois points fixes.

» Un groupe est d'*ordre fini* s'il ne contient qu'un nombre fini de substitutions. Un groupe quadratique Cremona peut d'ailleurs contenir des groupes linéaires d'ordre fini.

» Les définitions précédentes mènent à un théorème fondamental de la théorie.

» THÉORÈME. — *Pour que diverses substitutions quadratiques* S, S′, S″, ... *forment un groupe quadratique, il faut et il suffit que chaque substitution ait deux points fondamentaux communs avec chacune des autres.*

» A l'aide de ce théorème, on voit que tout groupe quadratique Cremona G, d'ordre fini, appartient à l'un des trois types suivants, ou à l'un de ceux qui s'en déduisent par un changement quelconque de coordonnées.

» *Premier type.* — G a pour ordre 96; il dérive de la substitution quadratique d'ordre 2

$$\Sigma = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 z_3 \\ z_2 & z_3 z_1 \\ z_3 & z_1 z_2 \end{vmatrix},$$

combinée au groupe linéaire d'ordre 24, qui provient des substitutions

$$A_1 = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 \\ z_2 & z_1 - z_2 \\ z_3 & z_1 - z_3 \end{vmatrix}, \quad B = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 \\ z_2 & z_3 \\ z_3 & z_2 \end{vmatrix}, \quad C = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 \\ z_2 & z_3 \\ z_3 & z_1 \end{vmatrix}.$$

» *Deuxième type.* — G dérive des substitutions précédentes Σ et B, combinées au groupe linéaire d'ordre fini

$$\begin{vmatrix} z_1 & z_1 \\ z_2 & a_{21} z_1 + a_{22} z_2 \\ z_3 & a_{31} z_1 + a_{33} z_3 \end{vmatrix}, \quad a_{22},\ a_{33} = \text{racine de l'unité.}$$

» *Troisième type.* — G dérive d'un certain nombre de substitutions, toutes de la forme

$$\begin{vmatrix} z_1 & (p_{11} z_1 + p_{12} z_2)^2 \\ z_2 & (p_{11} z_1 + p_{12} z_2)(p_{21} z_1 + p_{22} z_2) \\ z_3 & q z_1 z_3 + r_{11} z_1^2 + 2 r_{12} z_1 z_2 + r_{22} z_2^2 \end{vmatrix}.$$

Les constantes $r$ sont quelconques, $q$ est racine de l'unité; le groupe linéaire

à deux variables

$$\begin{vmatrix} z_1 & p_{11}z_1 + p_{12}z_2 \\ z_2 & p_{21}z_1 + p_{22}z_2 \end{vmatrix}$$

est d'ordre fini.

» Je me suis déjà occupé des groupes quadratiques d'ordre fini (*Comptes rendus* du 25 août 1883); j'avais défini le groupe par une condition purement algébrique, plus particulière que la condition actuelle, et à laquelle le second type satisfait seul. C'est aussi le seul groupe que j'avais alors donné.

» Bientôt, si l'Académie veut bien le permettre, je donnerai le Tableau des groupes d'ordre fini contenus dans le groupe cubique Cremona. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la décomposition de polynômes qui n'admettent que des diviseurs premiers d'une forme déterminée.* Note de M. **Lefébure**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note récente (¹), j'ai fait voir que les diviseurs premiers du polynôme $A^{n-1} + A^{n-2}B + \ldots + AB^{n-2} + B^{n-1}$ sont de la forme $H'n^2 + 1$, quand A et B sont des puissances $n^{\text{ièmes}}$. Je me propose de généraliser cette proposition et de démontrer que les diviseurs de ce polynôme sont de la forme $H'n^{t+1} + 1$. Si l'on a $A = C^{n^t}$, $B = D^{n^t}$, C, D représentant des nombres quelconques premiers entre eux, D peut être négatif, $t$ est un nombre arbitraire.

» Je dois d'abord entrer dans quelques explications. J'ai établi que les H résidus des puissances $n^{\text{ièmes}}$ des nombres obtenus par un diviseur $p$ de la forme $Hn + 1$, $n$ désignant un nombre premier, peuvent toujours être exprimés par les puissances d'un seul nombre. Ainsi, soit $a$ ce nombre, qu'on peut désigner sous le nom de *base*, la série $a^1 a^2 \ldots a^H$, où les exposants sont la suite des nombres depuis 1 jusqu'à H, donne tous les résidus après avoir divisé par $p$ chacune de ces puissances. Il en résulte que les résidus satisfont tous à la relation

$$a^m \equiv a_m \pmod{p},$$

dans laquelle $m$ peut représenter tous les nombres de 1 à H, et où l'on convient de désigner par $a$ affecté de l'indice $m$ le résidu auquel $a^m$ conduit. On doit remarquer que l'on a toujours $a_H = 1$. Il existe une règle très simple

(¹) *Comptes rendus*, séance du 18 février.

pour la composition des indices et dont la démonstration est facile. Ainsi, le produit de deux ou plusieurs résidus est un résidu dont l'indice est la somme des indices des facteurs. Une puissance d'un résidu s'obtient en multipliant son indice par le degré de la puissance. Dans le calcul, on peut être conduit à écrire un indice qui dépasse H; alors on retranche de cet indice un multiple de H tel qu'il ne dépasse plus H, ce qui ne change pas le résidu. En effet, on a

$$a^{\mathrm{H}} \equiv 1 \pmod{p}, \quad a^{\mathrm{H}\varepsilon} \equiv 1 \pmod{p},$$

quel que soit $\varepsilon$; par suite

$$a^{m+\mathrm{H}\varepsilon} \equiv a^m \pmod{p}, \quad a_{m+\mathrm{H}\varepsilon} = a_m.$$

» Cela posé, soient $p$ un nombre premier de la forme $\mathrm{H}n + 1$; $z$ un diviseur premier quelconque de H; $a$ l'une des bases des résidus des puissances $n^{\text{ièmes}}$ des nombres déterminés par le diviseur $p$, la relation

$$a^{\mathrm{H}} - 1 \equiv 0 \pmod{p}$$

donne $\left(a^{\frac{\mathrm{H}}{z}}\right)^z - 1 \equiv 0 \pmod{p}$, d'où, en développant,

$$\left(a^{\frac{\mathrm{H}}{z}} - 1\right)\left(1 + a^{\frac{\mathrm{H}}{z}} + a^{\frac{2\mathrm{H}}{z}} + \ldots + a^{(z-1)\frac{\mathrm{H}}{z}}\right) \equiv 0 \pmod{p};$$

mais on n'a pas $a^{\frac{\mathrm{H}}{z}} - 1 \equiv 0 \pmod{p}$, puisque l'exposant $\frac{\mathrm{H}}{z}$, moindre que H, ne peut être H ni un multiple de H; on obtient donc, en remplaçant les exposants de $a$ par les indices correspondants, la relation

$$1 + a_{\frac{\mathrm{H}}{z}} + a_{\frac{2\mathrm{H}}{z}} + \ldots + a_{(z-1)\frac{\mathrm{H}}{z}} \equiv 0 \pmod{p};$$

et si l'on multiplie cette dernière relation successivement par $a_1, a_2, \ldots, a_{\frac{\mathrm{H}}{z}}$, il vient

$$a_1 + a_{1+\frac{\mathrm{H}}{z}} + a_{1+\frac{2\mathrm{H}}{z}} + \ldots + a_{1+\frac{(z-1)\mathrm{H}}{z}} \equiv 0 \pmod{p}$$

$$a_2 + a_{2+\frac{\mathrm{H}}{z}} + a_{2+\frac{2\mathrm{H}}{z}} + \ldots + a_{2+\frac{(z-1)\mathrm{H}}{z}} \equiv 0 \pmod{p},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$a_{\frac{\mathrm{H}}{z}} + a_{\frac{2\mathrm{H}}{z}} + a_{\frac{3\mathrm{H}}{z}} + \ldots + a_{\mathrm{H}} \equiv 0 \pmod{p}.$$

Tous les résidus se groupent ainsi en $\frac{\mathrm{H}}{z}$ séries, contenant chacune $z$ résidus, et, si l'on compte les indices par colonnes verticales, on reconnaît qu'ils forment la suite des nombres de 1 à H. Tous ces résidus sont bien diffé-

rents, puisque leurs indices, qui ne dépassent pas H, sont différents. De plus, les résidus d'une même série, élevés à la puissance $z^{\text{ième}}$, conduisent à un même résidu. Ces résidus sont, pour les différentes séries, $a_z, a_{az}, \ldots, a_H$, tous différents entre eux, et le dernier seul $a_H$ est l'unité. Il n'y a donc que les résidus de la dernière série qui, élevés à la puissance $z$, donnent l'unité.

» Je considère actuellement le polynôme

$$A^{n-1} + A^{n-2}B + \ldots + AB^{n-2} + B^{n-1},$$

dans lequel je suppose $A = C^{nt}$, $B = 1$. Soit $p$ un diviseur quelconque de ce polynôme; il est de la forme $Hn + 1$. De plus, comme A est une puissance $n^{\text{ième}}$, H est divisible par $n$ (1). Les résidus des puissances $n^{\text{ièmes}}$ des nombres par rapport à $p$ peuvent donc, comme précédemment, se grouper en séries, ici $z = n$, en désignant par $a$ la base des résidus, ces séries sont les précédentes, si l'on y remplace $z$ par $n$. Donc, pour ce diviseur $p$, les $n$ résidus $a_{\frac{H}{n}}, a_{\frac{2H}{n}}, \ldots, a_H$ sont les seuls qui, élevés à la puissance $n^{\text{ième}}$, donnent l'unité. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux différences partielles du second ordre.* Note de **M. R. Liouville.**

« Une Note que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie le 28 janvier dernier était relative à une transformation nouvelle des équations du second ordre qui contiennent linéairement les dérivées les plus élevées. C'est pour les équations purement linéaires, où n'entre ni l'inconnue elle-même, ni l'une des deux variables dont elle dépend, que cette transformation conduit aux résultats les plus simples et les plus faciles à résumer succinctement.

» Parmi toutes les équations de cette espèce, on peut en effet discerner celles dont la méthode indiquée fournit l'intégration générale, leurs coefficients étant liés par une relation connue, où figurent même des constantes arbitraires, et, lorsque l'intégrale générale reste inaccessible, on peut encore former des intégrales particulières où s'introduisent des arbitraires plus ou moins nombreuses; certaines de ces solutions peuvent toujours être assi-

(1) *Voir* la Note insérée dans les *Comptes rendus*, séance du 18 février.

gnées à l'avance et quelle que soit l'équation choisie dans le groupe déjà défini. Soit

$$(1) \qquad Hr + (K + H)s + t + Pp + Qq = 0$$

une équation de la forme dont il s'agit, H, K, P et Q étant des fonctions quelconques de l'une des variables indépendantes, soit $y$. Il est d'abord aisé de reconnaître, et ceci a lieu dans tous les cas où la transformation proposée s'applique à des équations linéaires, que les coefficients des dérivées du second ordre demeurent invariants; l'équation transformée se réduit ainsi à la suivante :

$$(2) \qquad Hr_1 + (K + H)s_1 + t_1 + P_1 p_1 + Q_1 q_1 + Z_1 z_1 = 0,$$

où $P_1$, $Q_1$, $Z_1$ désignent des fonctions de $y$. Celle-ci contenant la fonction $z_1$ ne permet pas l'usage d'une transformation nouvelle, semblable à celle dont on s'est servi; mais, si l'on en trouvait une solution quelconque $\Phi$, il suffirait alors de prendre comme inconnue $z_2 = \frac{z_1}{\Phi}$, pour obtenir une équation

$$(3) \qquad Hr_2 + (K + H)s_2 + t_2 + P_2 p_2 + Q_2 q_2 = 0,$$

débarrassée de la fonction cherchée et, par suite, propre à des transformations ultérieures. La substitution $z_2 = \frac{z_1}{\Phi}$ se fait encore sans changer les coefficients des dérivées du second ordre, et la fonction $\Phi$ peut être obtenue dans le cas le plus général, d'où résulte que l'équation (1) se prête à une infinité de transformations successives, dont on peut s'aider pour la résoudre.

» Pour le prouver, après avoir désigné par $H'$ la dérivée de H, par $K'$ celle de K, etc., nous remarquons qu'une transformée d'ordre impair $2i + 1$ étant donnée par les formules

$$(4) \qquad \begin{cases} P_{2i+1} = P_{2i} + H' - K' - H \dfrac{\lambda'_{2i}}{\lambda_{2i}}, \\ Q_{2i+1} = Q_{2i} - \dfrac{\lambda'_{2i}}{\lambda_{2i}}, \\ Z_{2i+1} = Q'_{2i} - Q_{2i} \dfrac{\lambda'_{2i}}{\lambda_{2i}}, \end{cases}$$

où l'on a posé, pour abréger,

$$(5) \qquad \lambda_{2i} = K' + Q_{2i} K - P_{2i},$$

la transformée suivante, d'ordre pair, est au contraire déterminée par le système

$$(6)\qquad \begin{cases} P_{2i+2} = P_{2i+1} + (K+H)\dfrac{\Phi'_{2i}}{\Phi_{2i}}, \\ Q_{2i+2} = Q_{2i+1} + 2\dfrac{\Phi'_{2i}}{\Phi_{2i}}; \end{cases}$$

et, si l'on convient de choisir pour $Q_{2i}$ une fonction de $y$ seulement, cette fonction doit satisfaire à l'équation différentielle

$$(7)\qquad \Phi''_{2i} + Q_{2i+1}\Phi'_{2i} + Z_{2i+1}\Phi_{2i} = 0,$$

qui, à cause des relations (4), s'écrit ainsi :

$$\lambda_{2i}(\Phi''_{2i} + Q_{2i}\Phi'_{2i} + Q'_{2i}\Phi_{2i}) - \lambda'_{2i}(\Phi'_{2i} + Q_{2i}\Phi_{2i}) = 0.$$

» On l'intègre donc sans peine et l'on a

$$(8)\qquad \Phi'_{2i} + Q_{2i}\Phi_{2i} - A_{2i}\lambda_{2i} = 0,$$

$A_{2i}$ étant une constante arbitraire. L'équation (8) s'intègre une seconde fois, par des moyens connus, ce qui introduit une autre arbitraire ; la recherche générale des fonctions $\Phi$ ne souffre donc aucune difficulté.

» Cela étant, dans la suite des équations transformées dont l'existence vient d'être établie, supposons que l'une, soit celle d'ordre $2n$, admette une intégrale intermédiaire, ce qui a lieu si $\lambda_{2n} = 0$ ; il est aisé d'en conclure la solution générale de toutes les équations qui la précèdent, et notamment de la proposée. Par suite, les fonctions H et K étant données, mais quelconques, la forme nécessaire des coefficients P et Q qui permettent une semblable intégration est donnée par les relations suivantes :

$$(9)\qquad \begin{cases} K' + Q_{2n}K - P_{2n} = 0, \\ P_{2i+2} = P_{2i} + H' - K' - H\dfrac{\lambda'_{2i}}{\lambda_{2i}} + (K+H)\dfrac{\Phi'_{2i}}{\Phi_{2i}}, \\ Q_{2i+2} = Q_{2i} - \dfrac{\lambda'_{2i}}{\lambda_{2i}} + 2\dfrac{\Phi'_{2i}}{\Phi_{2i}}, \end{cases}$$

où, après avoir fait prendre au nombre $i$ toutes les valeurs $1, 2, 3, \ldots, (n-2)$, il faut imaginer qu'on élimine $P_2, P_4, \ldots, P_{2n}, Q_2, Q_4, \ldots, Q_{2n}$, en faisant usage à cet effet de l'expression déjà trouvée pour les fonctions $\Phi$.

» Si l'on connaît une intégrale particulière de la transformée d'ordre $2n$, sans qu'il y ait lieu d'écrire $\lambda_{2n} = 0$, il en résulte, on le voit sans peine, une intégrale de l'équation proposée (1) ; et, comme chaque transforma-

tion d'ordre impair introduit une constante arbitraire, lorsqu'on parcourt la suite des équations déduites l'une de l'autre, depuis celle d'ordre $2n$ jusqu'à l'équation proposée, on parviendra en définitive à une solution de cette dernière, contenant $n-1$ constantes arbitraires, outre celle qui est simplement ajoutée. Les constantes $A_{2i}$, introduites par les substitutions d'ordre pair, sont ici supposées choisies, afin que la suite des équations soit entièrement déterminée.

» Enfin, chacune des fonctions $\Phi$ fait connaître une intégrale particulière de l'une des transformées d'ordre impair, et cette intégrale en fournira toujours une de l'équation (1). Mais, pour celle-ci, son expression explicite peut être écrite à l'avance, sans que les fonctions H, K, P, Q soient astreintes à aucune condition, et l'on peut même conserver arbitraires les constantes, telles que $A_{2i}$, qui s'introduisent successivement lorsqu'on revient à l'équation proposée. Ces solutions sont des polynômes entiers en $x$, dont l'expression développée s'offrirait comme conséquence des considérations précédentes et peut aussi être vérifiée par substitution directe d'une fonction de cette forme dans l'équation (1).

» Parmi les cas d'intégration générale fournis par les formules (9), il en est un sur lequel je demanderai la permission d'insister, parce qu'il a quelque intérêt dans un problème bien connu de Physique mathématique. »

CHIMIE. — *Sur l'oxychlorure de baryum.* Note de M. G. ANDRÉ, présentée par M. Berthelot.

« J'ai indiqué, il y a bientôt trois ans (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 59), la préparation d'un oxychlorure de baryum : j'obtenais ce corps en chauffant $200^{vol}$ de chlorure de baryum cristallisé avec $500^{gr}$ d'eau et $60^{gr}$ de baryte caustique. A ce composé, mélange probable d'un oxychlorure avec de la baryte, j'ai attribué, à la suite d'un grand nombre de préparations et d'analyses, la formule $BaCl, BaO, 8HO + \frac{1}{10}(BaO, 10HO)$ et j'en ai donné la chaleur de formation.

» Quelques mois après, M. E. Beckmann a publié sur le même sujet (*Berichte chem. Gesells.*, t. 14, p. 2151) une première Note contenant, entre autres choses, la description de divers mélanges d'oxychlorure de baryum, soit avec de la baryte, soit avec du chlorure de baryum.

» Un second travail, inséré plus tard au *Journal für prakt. Chem.*, N. F., t. 27, p. 126, ne contient sur ce sujet aucune indication nouvelle. En

aucun cas l'auteur n'a obtenu l'oxychlorure BaCl, BaO, 5HO, dont il admet l'existence dans ses mélanges, pas plus que je n'y étais parvenu moi-même dans mes recherches antérieures.

» Au moment de rédiger un travail d'ensemble sur les oxychlorures, dont l'étude m'occupe depuis plus de trois ans, je suis revenu, dans ces derniers temps, sur la préparation de l'oxychlorure de baryum, que j'ai obtenu cette fois dans un état bien défini et non mélangé, soit de base, soit de chlorure en excès.

» Je prends 200gr de chlorure de baryum que je dissous à l'ébullition dans 500gr d'eau, je retire le ballon du feu, et j'incorpore au liquide 30gr de baryte caustique bien pulvérisée; je chauffe encore pendant cinq minutes sans ébullition et je filtre. Il se dépose au bout de plusieurs heures des lamelles nacrées groupées en mamelons. Ce dépôt ne commence guère qu'aux environs de 25°. On peut laisser le liquide revenir complètement à la température ordinaire : l'oxychlorure seul aura cristallisé; il ne se dépose pas de baryte. Ces cristaux, séchés sur du papier, répondent à la formule

BaCl, BaO, 5HO.

| | Calculé. | Trouvé. I. | Trouvé. II. |
|---|---|---|---|
| Cl.......... | 15,74 | 15,96 | » |
| Ba.......... | 60,75 | 60,58 / 60,60 | 60,78 |

» Un corps possédant très probablement la même composition et ne retenant qu'un peu d'eau en plus a été obtenu en suivant les mêmes indications que celles que je viens de donner, mais en mettant 60gr de baryte au lieu de 30gr. Par refroidissement apparaissent, à une température un peu variable, mais voisine de 60°, des lamelles nacrées. Quand le dépôt en est suffisant (vers 50° par exemple), on décante rapidement l'eau mère et l'on essore les cristaux à la trompe. Ces cristaux sont ensuite séchés sur du papier. Voici mes analyses :

| | Cristaux recueillis entre 57° et 43°. I. | Cristaux recueillis entre 65° et 53°. II. | Cristaux recueillis entre 73° et 55°. III. |
|---|---|---|---|
| Cl.......... | 15,10 | 15,51 | 14,92 |
| Ba.......... | 58,46 / 58,30 | 58,03 / 58,30 | 58,15 |

» La première température que j'indique est celle de l'apparition des cristaux dans chacune des trois préparations.

» Comme on peut le voir, ce composé ne renferme ni excès de baryte, ni excès de chlorure de baryum, le rapport $\frac{Cl}{Ba}$ étant très sensiblement égal à $\frac{1}{2}$.

» Si, au lieu d'enlever le plus promptement possible les cristaux d'oxychlorure, on laissait le liquide se refroidir à la température ordinaire, il se déposerait alors, au milieu de l'oxychlorure, de grandes lamelles blanches de baryte. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau groupe de composés azotés.* Note de M. R. ENGEL, présentée par M. Wurtz.

« Diverses considérations et quelques faits connus, isolés et non expliqués, m'ont amené à présumer l'existence d'un troisième isomère des amides dérivés des acides alcools ou tout au moins de l'un des groupes de ces acides.

» Pour préciser, à l'acide éthylidéno-lactique correspondent deux dérivés amidés connus, la lactamide et une amine acide, l'alanine; la présente Note a pour but de montrer qu'il existe un troisième isomère de ces deux corps qui, comme eux, dérive de l'acide éthylidéno-lactique.

» Je ne parle pas ici des autres isomères de la lactamide, la sarcosine et l'acide β-amidopropionique, qui ne dérivent pas de l'acide éthylidéno-lactique.

» Pour arriver à la préparation du troisième isomère de la lactamide, j'ai étudié l'action de la chaleur sur le lactate ammonique. Ce sel, incristallisable, perd de l'ammoniaque lorsqu'on évapore sa solution, soit à froid, soit à chaud. Pour opérer sur un sel constamment neutre, j'ai chauffé le lactate ammonique dans un courant lent et régulier de gaz ammoniac absolument sec.

» A. Dans ces conditions, le lactate ammonique chauffé au-dessus de 160° subit une décomposition complexe.

» B. Chauffé à 125°-135°, il perd régulièrement de l'eau et se transforme en lactamide pour la majeure partie. Je ne puis donner ici le détail de ces expériences, ni le résultat des analyses qu'elles ont nécessitées.

» C. Chauffé à 95°-105°, le lactate ammonique perd encore de l'eau, mais ne donne plus de lactamide. Le liquide refroidi ne se prend plus en masse de cristaux de lactamide comme dans le cas précédent, mais reste à l'état de liquide sirupeux incolore ou légèrement ambré.

» Le départ de l'eau se fait avec une grande lenteur, comme lorsque l'acide lactique se transforme en acide dilactique. Les analyses suivantes donneront une idée de la marche de l'expérience.

» Dosage de l'ammoniaque sur des prises d'essais de la substance, par le procédé de Schlœsing (déplacement de l'ammoniaque par la potasse à froid).

» Le lactate ammonique exige : $AzH^3$, 15,8 pour 100.

» La lactamide et ses isomères exigent : $AzH^3$, 19 pour 100.

| | Poids de la substance. | $AzH^3$ trouvé. | En centièmes du composé pour 100. |
|---|---|---|---|
| Après cinq jours de chauffe....... | 1,542 | 0,2669 | 17,3 |
| » » ....... | 1,01 | 0,178 | 17,6 |
| Après sept jours » ....... | 1,07 | 0,1887 | 17,6 |
| » » ....... | 1,327 | 0,243 | 18,3 |
| Après onze jours » ....... | 0,925 | 0,169 | 18,2 |
| » » ....... | 1,059 | 0,197 | 18,6 |
| Après quinze jours » ....... | 1,235 | 0,229 | 18,5 |
| Après dix-neuf jours » ....... | 1,125 | 0,213 | 18,9 |

» Comme on le voit, le corps obtenu, après $456^h$ de chauffe, renferme, à $\frac{2}{1000}$ pour 100 près, la même quantité d'ammoniaque que la lactamide. La composition de ce corps a été contrôlée par sa transformation en lactate de calcium sous l'influence de la chaux.

» $1^{gr}$,848 du corps a donné 2,239 de lactate de calcium (poids obtenu par pesée directe et vérifié par le dosage du calcium). La théorie exigeait 2,262.

» En résumé, on obtient dans les conditions indiquées ci-dessus un corps présentant la même composition que la lactamide, mais qui en diffère par les propriétés suivantes :

» 1° Il est incristallisable;

» 2° Lorsqu'on le chauffe vers 200°, il ne distille pas comme la lactamide, mais se décompose;

» 3° En présence de l'eau, il donne immédiatement du lactate ammonique; aussi peut-on en précipiter totalement, à froid, l'ammoniaque par le chlorure de platine, ce qui n'a pas lieu avec la lactamide.

» Les trois isomères ayant pour formule brute $C^3H^7O^2Az$ peuvent être représentés par les formules de constitution ci-dessous :

| Alanine. | Lactamide. | Composé nouveau. |
|---|---|---|
| $CH^3$ | $CH^3$ | $CH^3$ |
| $CHAzH^2$ | $CHOH$ | $CH \diagdown$ $AzH^3$ |
| $COOH$ | $COAzH^2$ | $COO \diagup$ |

» Comme le fait voir cette dernière formule, l'isomérie de ce corps tiendrait à ce que le lactate ammonique perd de l'eau aux dépens de l'oxydryle alcoolique et d'un hydrogène de l'ammonium. Cette formule rend compte de la facilité avec laquelle ce corps se transforme en lactate ammonique. Elle montre qu'il est à la fois sel ammonique et amine. Je propose, pour rappeler cette double fonction, de l'appeler *lactamine* et de donner le nom générique d'*acidamines* aux corps de même nature.

» Je montrerai en effet, dans une prochaine Communication, qu'il existe d'autres corps analogues à la lactamine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation du menthol au moyen du permanganate de potassium.* Note de M. G. **Arth.**

« Tous les chimistes qui se sont occupés du menthol ont étudié l'action des agents oxydants sur ce corps. Oppenheim surtout s'y appliqua dans l'espoir d'obtenir un homologue supérieur de l'acide acrylique, mais ses tentatives ne furent pas couronnées de succès. Dans ces derniers temps seulement, M. Moriya ([1]) a obtenu, au moyen du bichromate de potassium et de l'acide sulfurique, une substance liquide, répondant, d'après lui, à la formule $C^{10}H^{18}O$ et possédant une fonction acétonique, en raison de quoi il lui a donné le nom de *menthone*.

» Depuis assez longtemps j'ai entrepris, de mon côté, des expériences du même genre. Après de nombreux insuccès, je suis arrivé à trouver un procédé permettant d'obtenir un rendement assez satisfaisant pour une opération de cette nature; voici comment j'opère. Dans une série de flacons à large goulot et bouchés à l'émeri, j'introduis $8^{gr}$ de permanganate de potassium cristallisé, $500^{cc}$ d'eau et $5^{cc}$ d'acide sulfurique formé en étendant l'acide du commerce de quatre fois son volume d'eau. J'ajoute ensuite $4^{gr}$ de menthol, aussi finement pulvérisé que possible, et, après avoir vivement agité le mélange, je dispose les flacons dans un endroit où la température est d'environ 25° à 30°. Après vingt-quatre heures, je remets $2^{gr}$ de menthol dans chaque flacon et je répète cette addition après quarante-huit heures. Lorsque tout est décoloré, on neutralise avec du carbonate de sodium, puis on concentre la liqueur filtrée au bain-marie, de manière à la réduire à un petit volume. La solution du sel de sodium est ensuite décomposée par l'acide sulfurique dilué et agitée avec de l'éther, qui abandonne après évaporation une substance brune, sirupeuse, ne distillant pas

([1]) Moriya, *Journal of the chemical Society*, 1881, p. 77 et suiv.

à température fixe, peu soluble dans l'eau, à laquelle elle communique cependant une forte réaction acide, et possédant, à chaud surtout, une odeur assez forte, qui rappelle un peu celle de l'acide valérique.

» Cette substance se dissout totalement dans une solution de carbonate de sodium, en provoquant une vive effervescence; cependant elle n'est pas formée par un acide unique, car, si l'on précipite par le nitrate d'argent une solution du sel de sodium débarrassée par l'alcool d'un petit excès de carbonate, on obtient des précipités qui sont loin d'offrir la même composition. D'après les résultats que j'ai obtenus jusqu'ici, le produit brut de l'oxydation paraît contenir deux acides différents. Les précipités qui se forment d'abord se dissolvent dans une assez grande quantité d'eau bouillante; par le refroidissement, on obtient le sel en belles lamelles nacrées, que l'on peut avoir parfaitement pures. L'analyse de ce sel montre que l'acide qui lui donne naissance répond à la formule $C^{10}H^{18}O^3$; voici les nombres trouvés :

| | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|
| Substance | 0,2662 | 0,2721 | 0,3166 | 0,4055 |
| Argent | 0,0975 | 0,0989 | » | » |
| Acide carbonique | » | » | 0,4726 | 0,6049 |
| Eau | » | » | 0,1648 | 0,2141 |

ou, en centièmes :

| | Trouvé. | | | | Calculé pour $C^{10}H^{17}AgO^3$. |
|---|---|---|---|---|---|
| | I. | II. | III. | IV. | |
| C | » | » | 40,70 | 40,68 | 40,95 |
| H | » | » | 5,78 | 5,86 | 5,80 |
| Ag | 36,62 | 36,34 | » | » | 36,86 |

» Cet acide est liquide à la température ordinaire; je continue en ce moment l'étude de ses principales propriétés et de quelques-uns de ses dérivés.

» Je n'ai encore pu réussir à obtenir un sel cristallisé du deuxième acide; le précipité argentique ne se dissout pas dans l'eau bouillante, mais s'altère peu à peu lorsqu'on prolonge l'ébullition; en conséquence, sa composition n'a pu être établie avec certitude. Il me paraît cependant probable que c'est un produit de combustion plus avancée, dans lequel la molécule de l'alcool mentholique a déjà perdu une partie de son carbone. Cet acide serait un produit intermédiaire entre le premier, $C^{10}H^{18}O^3$, et les acides carbonique et oxalique, termes ultimes qui se produisent aussi toujours en assez grande quantité dans l'oxydation du menthol, comme je la pratique. J'es-

père qu'il me sera possible de compléter cette étude en isolant ce corps à l'état de pureté. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux campholuréthanes d'une isomérie analogue à celle que présentent les acides tartriques droit et gauche de M. Pasteur.* Note de M. **Haller**, présentée par M. Pasteur.

» Dans une série de Communications faites à l'Académie des Sciences ([1]), j'ai démontré qu'en traitant du camphol sodé droit, en dissolution dans le toluène, soit par du cyanogène, soit par du chlorure de cyanogène, on obtient, dans les conditions spéciales où l'on opère, un mélange de campholuréthane et de carbonate de camphol. Parmi les propriétés physiques du premier d'entre ces corps, nous avons fait ressortir sa forme cristalline et son pouvoir rotatoire. Les cristaux de campholuréthane sont hémiédriques, et leur solution dans l'alcool dévie la lumière polarisée à droite. Les particularités physiques que présente ce corps nous ont suggéré l'idée de préparer son analogue gauche, de façon à nous assurer si elles se reproduisent en sens inverse, comme le fait arrive avec les tartrates de M. Pasteur.

» Les camphols gauches connus actuellement sont le camphol de garance, étudié par M. Jeanjean ([2]), et celui de Ngaï, signalé pour la première fois par D. Hanburg ([3]) et caractérisé par M. Sydney Plowmann ([4]). Il nous a été impossible de nous procurer le premier d'entre ces corps, l'industrie de la garance ayant à peu près complètement disparu. C'est grâce à l'extrême obligeance de M. Bartholdi que nous avons pu entrer en possession d'une certaine quantité du second. Ce camphol de Ngaï nous vient de Sanghaï. Il a le même point de fusion que le bornéol ordinaire, 198°. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -32°30'$. Il est inférieur à celui que possède le camphol de garance qui est $[\alpha]_D = -37°$.

» L'uréthane gauche a été préparée comme la droite : 50gr de camphol gauche dissous dans 150gr de toluène sont chauffés avec 6gr de sodium. Quand la presque totalité du sodium est entrée en réaction, on fait passer un courant de cyanogène sec jusqu'à ce que la liqueur commence à se colorer. Après avoir agité avec de l'eau et décanté, on distille le carbure.

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1511; t. XCIV, p. 86 et 869.
([2]) *Ibid.*, t. XLIII, p. 103.
([3]) *Science papers*, p. 393.
([4]) *The pharmaceutical Journal*, p. 710, année 1874.

La masse solide qui reste, introduite dans un ballon, est chauffée à 100°. Le bornéol non entré en réaction se sublime, et il reste au fond une masse jaunâtre qui est quelquefois visqueuse. Cette masse est épuisée avec de l'eau bouillante qui dissout l'uréthane et laisse un produit dont on extrait du carbonate de camphol gauche au moyen de l'alcool. La réaction semble donc se passer comme avec le bornéol droit, mais en réalité elle est moins régulière. Il nous est, en effet, souvent arrivé de ne retirer de notre opération que du carbonate et un autre corps sur lequel nous reviendrons plus tard.

» L'uréthane gauche se dépose de sa solution aqueuse sous la forme de fines aiguilles brillantes, ressemblant à son analogue droit. L'analyse nous a donné les résultats suivants :

| | Trouvé. | Calculé pour $C^{11}H^{19}AzO^2$. |
|---|---|---|
| C | 69,3 | 67,00 |
| H | 10,00 | 9,64 |

» Il fond à 126°-127°. Ses solutions dans l'alcool dévient la lumière polarisée à gauche $[\alpha]_D = -29,9$. Ses cristaux sont également hémiédriques, mais le sont dans un sens inverse. Comme ceux de l'uréthane droite, ces cristaux appartiennent au quatrième système, et la forme dominante n'est autre que la forme primitive. C'est un prisme rhomboïdal de 82°32′, portant des modifications sur les angles *o*, *e* et sur l'arête *g*.

» Les mesures effectuées par notre collègue M. Wohlgemuth concordent avec celles que fournissent les cristaux droits, ainsi que l'indique le tableau suivant :

| | Campholuréthane droit. | Campholuréthane gauche. |
|---|---|---|
| *mm* | 82°.30′ | 82°.32′ |
| *pm* | 93.30 | 93.36 |
| *pm′* | 86.30 | 86.45 |
| *om* | 114,32 | 114.31 |
| *em′* | 114.31 | 114.28 |

» Nous avons fait remarquer, à propos de la campholuréthane droite, que la facette *e* n'a *jamais été observée sur les angles de gauche*. Avec la campholuréthane gauche, cette facette fait *toujours défaut à droite*.

» En résumé, les cristaux fournis par le camphol droit sont *hémièdres à droite*, et leur solution dévie la lumière polarisée *à droite*, tandis que les cristaux dérivés du camphol gauche sont *hémièdres à gauche*, et leur dissolution dévie *à gauche*.

» Cette dissymétrie est donc en tous points semblable à celle que présentent les tartrates doubles de soude et d'ammoniaque droit et gauche de M. Pasteur.

» Il est un autre genre d'hémiédrie à signaler dans les deux cas, c'est celle concernant les facettes $g^1$. La plupart des cristaux droits possèdent cette facette à gauche seulement, tandis que les cristaux gauches la portent uniquement à droite.

» Dans la préparation ci-dessus, on obtient, indépendamment de la campholuréthane, du carbonate de bornéol gauche. Ce corps se forme en plus grande quantité que le carbonate de camphol droit, et il arrive même souvent que la presque totalité du bornéol de Ngaï se trouve transformée en éther carbonique. L'isomérie de ce camphol avec le camphol ordinaire ne se borne peut-être pas seulement à être une isomérie physique, elle paraît plus profonde, d'autant plus que dans notre préparation il s'est formé un corps peu soluble dans l'alcool et dans l'éther, corps qu'on n'a pas obtenu avec le camphol droit et sur lequel nous reviendrons plus tard. Nous sommes d'autant plus porté à croire à une isomérie chimique qu'il existe une différence notable entre les points de fusion des dérivés gauches et droits. Aussi la campholuréthane droite fond à 115°, tandis que son isomère a pour point de fusion 126°-127°. Le carbonate de bornéol droit fond à 215°, et son isomère a le même point de fusion 215°-216°. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences sur les substances toxiques ou médicamenteuses qui altèrent l'hémoglobine, et particulièrement sur celles qui la transforment en méthémoglobine.* Note de M. G. HAYEM, présentée par M. Richet.

« I. L'hémoglobine dissoute, ainsi que l'a reconnu Hoppe-Seyler, a la même capacité respiratoire que l'hémoglobine encore combinée avec le stroma globulaire. Lorsque ces substances n'ont subi aucune modification chimique, leur pouvoir d'absorption pour l'oxygène reste intact, et inversement, lorsqu'on fait éprouver à l'une ou à l'autre de ces deux formes d'hémoglobine une altération chimique, on voit diminuer leur capacité respiratoire; de sorte que, dans les cas où l'on trouve un défaut de proportionnalité entre la capacité respiratoire du sang et la dose d'hémoglobine, il est logique d'admettre une altération de l'hémoglobine. On peut donc affirmer que, lorsque nous connaîtrons mieux toutes les modifications dont l'hémoglobine est susceptible, il ne pourra plus être question de

prétendues altérations fonctionnelles que, pour ma part, je n'ai jamais réussi à constater.

» II. Il semblerait, d'après ces premières propositions, que l'hémoglobine dissoute fût la même que l'hémoglobine faisant partie intégrante des globules. Cependant, dans ces deux états différents, l'hémoglobine ne réagit pas de la même manière en présence des corps qui transforment cette matière colorante en méthémoglobine. C'est là un point qui me paraît important et sur lequel je crois devoir appeler l'attention.

» 1° Les substances volatiles capables de faire apparaître la méthémoglobine dans le sang, par exemple le nitrite d'amyle employé en inhalations, ne produisent un abaissement de la capacité respiratoire que lorsqu'elles ont pénétré dans le sang à dose suffisante pour que celui-ci présente le spectre caractéristique de la méthémoglobine. Mais déjà, avant l'apparition de la raie dans le sang pur, si on dilue avec de l'eau une certaine quantité de sang, l'hémoglobine dissoute se transforme, au bout de quelques heures, d'une manière plus ou moins complète, en méthémoglobine. Lorsque la dose de vapeurs de nitrite d'amyle est suffisante pour que la raie de la méthémoglobine soit sensible dans le sang pur, mais cependant encore assez modérée pour qu'il n'y ait pas de destruction notable des globules rouges, la méthémoglobine disparaît au bout de quelques heures et se transforme en hémoglobine, que l'examen du sang soit effectué sur le vivant ou sur du sang conservé en dehors de l'organisme.

» Dans ce dernier cas, si on dilue le sang exhalant encore l'odeur du nitrite d'amyle, mais ne présentant plus, à l'état pur, les caractères de la méthémoglobine, une partie de l'hémoglobine dissoute se retransforme peu à peu en méthémoglobine. Enfin les fortes doses de nitrite d'amyle, capables de détruire une quantité notable de globules rouges, déterminent, dans le sang pur, une production persistante de méthémoglobine.

» En agissant directement sur du sang dilué ou sur du sang dont on a fait dissoudre l'hémoglobine par congélation, dès que les vapeurs de nitrite d'amyle ont déterminé la production de méthémoglobine, celle-ci devient persistante.

» 2° Les substances solides qui peuvent se dissoudre dans le sang sans altérer sensiblement les globules rouges, par exemple le ferricyanure de potassium, ne font pas apparaître de méthémoglobine dans le sang pur, mais il suffit de diluer ce sang pour que l'hémoglobine dissoute se transforme immédiatement en méthémoglobine. En abandonnant au repos du sang défibriné auquel on a ajouté du ferricyanure de potassium, on voit se for-

mer à la surface une couche de sérum coloré dans lequel l'hémoglobine dissoute est complètement transformée en méthémoglobine. La couche globulaire, au contraire, examinée en couche mince, ne renferme pas de méthémoglobine. Mais il suffit d'y ajouter de l'eau pour que l'hémoglobine dissoute se transforme, au moins partiellement, en méthémoglobine.

» De même l'injection sur le vivant d'une solution concentrée de ferricyanure de potassium ou de sodium reste sans effet sur l'hémoglobine des globules (examen du sang pur), tandis que, en ajoutant de l'eau au sang, on voit bientôt apparaître au spectroscope les caractères de la méthémoglobine.

» En ajoutant directement une de ces substances à du sang dilué ou à une dissolution de sang obtenue par congélation, l'hémoglobine se transforme immédiatement et définitivement en méthémoglobine.

» Quand on se sert de nitrite de sodium, la méthémoglobine se produit rapidement dans le sang, aussi bien sur le vivant qu'*in vitro*. Sur le vivant, la méthémoglobine ne tarde pas à disparaître, ainsi que l'a vu, de son côté, M. Hénocque (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 22 décembre 1883); au contraire, dans le sang traité directement par le nitrite de sodium, la méthémoglobine ne disparaît pas complètement. Lorsque la réaction devient plus faible ou douteuse, il suffit de diluer le sang pour la rendre de nouveau très apparente. Le nitrite de sodium entraîne d'ailleurs, même lorsqu'il est employé à petite dose, la destruction d'un certain nombre de globules rouges, tandis que les vapeurs de nitrite d'amyle ne produisent cet effet qu'à haute dose.

» On voit donc que l'hémoglobine dissoute est plus sensible à l'action des substances qui produisent de la méthémoglobine que l'hémoglobine faisant partie intégrante des globules; que, d'autre part, l'hémoglobine dissoute, une fois transformée en méthémoglobine, reste altérée, à l'inverse de l'hémoglobine des hématies qui, après avoir été transformée en méthémoglobine, reproduit, au bout de quelques heures, de l'hémoglobine capable de s'oxygéner de nouveau pour présenter les caractères de l'oxyhémoglobine.

» III. Les substances qui n'altèrent pas les globules n'entraînent pas d'anémie sensible (inhalations de nitrite d'amyle à doses modérées); au contraire, celles qui exercent une action destructive sur ces éléments (nitrite de sodium) déterminent une anémie à marche assez rapide.

» IV. Ces expériences permettent de comprendre pourquoi certains corps, ayant la propriété de transformer l'hémoglobine en méthémo-

globine, peuvent passer par diverses voies dans le sang, même en quantité notable, sans produire une altération de ce liquide. Cela tient surtout à la résistance relative de l'hémoglobine faisant partie intégrante des hématies. Cette résistance est facilitée par l'élimination rapide de ces substances et par les modifications que quelques-unes ne tardent pas à éprouver dans l'organisme (par exemple transformation des ferricyanures en ferrocyanures). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches sur les conditions de développement des poils radicaux.* Note de M. E. MER, présentée par M. P. Duchartre.

« A la suite d'une série d'expériences que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, le 24 mars 1879, j'étais arrivé à conclure que le développement des poils radicaux est favorisé par le ralentissement dans la croissance des racines. Cette conclusion ayant été combattue récemment ([1]), j'ai répété mes expériences, en les modifiant, et j'en ai entrepris de nouvelles. C'est le résultat de ces recherches que je désire brièvement exposer.

» Si l'on fait germer des graines de Lentille sur un mince flotteur de liège, de manière que les radicules se développent dans l'eau, en ayant soin de mesurer la longueur de ces organes à intervalles réguliers, on constate que leur croissance est lente au début. Les radicules assez épaisses s'étendent obliquement ou horizontalement, parfois même remontent vers la surface du liquide, en formant des boucles plus ou moins prononcées et se couvrant de poils assez longs ([2]). Leur allongement augmente ensuite; obéissant davantage au géotropisme, elles se rapprochent de la verticale et deviennent plus rectilignes.

» En même temps, leur calibre est plus mince et elles se couvrent de poils de plus en plus courts.

» Le même résultat est obtenu à l'aide de germinations de Pois, d'Avoine, de Blé, etc.

» Le séjour sous l'eau paraît nuisible à la végétation des radicules ou radicelles des plantes aériennes, dans le début tout au moins; il semble qu'il leur faille un certain temps pour s'habituer à ce milieu. On observe

([1]) *Die Wurzelhaare der Pflanzen,* von Dr Frank Schwarz (*Untersuchungen aus dem Botan. Institut in Tübingen,* Bd. 1).

([2]) Dans ce qui va suivre, et afin d'éviter toute confusion, je ne mentionnerai que la différence *en longueur* des poils et non leur différence *en nombre*.

les mêmes faits lorsqu'on immerge l'extrémité de radicules, développées jusque-là dans l'air humide, dans la terre ou tout autre substratum.

» Si, d'autre part, on fait germer sur du terreau tassé, modérément arrosé et recouvert d'une cloche, les graines des plantes ci-dessus désignées, après les avoir laissées dans l'eau quelque temps, on observe dans l'accroissement des radicules une marche inverse de celle qui vient d'être décrite. Ces organes s'allongent d'abord assez rapidement, grâce à l'eau que les graines ont absorbée, puis, cette provision s'épuisant peu à peu, l'accroissement se ralentit, les radicules se contournent et se couvrent de poils plus longs. On remarque parfois des radicules qui s'allongent plus que les autres, probablement parce que la graine renferme plus d'eau. Elles sont alors plus droites, plus minces, et leurs poils sont plus courts. Si l'air qui entoure ces germinations devient trop sec, l'accroissement des poils aussi bien que celui des radicules s'arrête. Si, au contraire, les graines sont disposées dans un air très humide, de manière que, les radicules se développant sur un flotteur recouvert d'un linge toujours mouillé, leur pointe soit maintenue en contact avec le linge, la croissance de ces organes est rapide et les poils restent courts. L'une de ces radicules est-elle maintenue quelque temps l'extrémité en l'air, elle absorbe alors moins d'eau, sa croissance se ralentit et les poils dont elle se couvre sont plus longs. C'est donc dans un air moyennement humide que les poils se développent le mieux; dans un air sec, leur croissance est arrêtée; dans un air très humide, ils deviennent moins longs, parce que la croissance de la radicule est alors très rapide.

» De l'ensemble de ces expériences, il ressort une corrélation manifeste entre la croissance de la radicule et le développement pileux.

» Les radicelles insérées sur les bulbes d'*Allium Cepa* sont généralement glabres, qu'elles se développent dans l'eau, la terre ou l'air humide; mais, si on les laisse dans ce dernier milieu, pendant un temps assez long pour que leur accroissement soit ralenti par suite de leur épuisement en eau, on voit, à l'extrémité de quelques-unes d'entre elles, apparaître des touffes de poils. La croissance de ces radicelles est presque arrêtée; aussi leur extrémité est-elle généralement renflée et plus ou moins recourbée. Celles qui, plus vigoureuses, continuent à s'allonger restent glabres. Cette inégalité d'apparition des poils dans un même milieu est bien propre à montrer que leur développement est étroitement lié à la constitution particulière de chaque radicelle.

» De ce que la formation des poils est favorisée par le ralentissement de croissance des racines, on doit supposer que, lorsque cette croissance est entravée par des obstacles, les poils se développent davantage; mais il y a lieu de tenir compte de la vigueur végétative de l'organe et de la nature de l'objet au contact duquel il se trouve. Il peut arriver qu'une radicule vigoureuse, rencontrant un obstacle impénétrable, le contourne. Son allongement n'étant alors que faiblement ralenti, il n'y a aucun motif pour que des poils apparaissent; mais, si l'obstacle est de nature à se laisser pénétrer

par la radicule, grâce à un certain effort, et si en même temps cette dernière n'a pas une végétation très vigoureuse, elle éprouve de la part de cet obstacle un ralentissement sensible dans sa croissance, ralentissement qui peut occasionner un plus grand développement de poils. De cette considération il ressort que l'on n'est jamais certain de réussir à faire apparaître des poils plus longs au bout d'une radicelle sur le parcours de laquelle on dispose des obstacles ([1]). Il faut que sa constitution s'y prête. C'est ce qui explique pourquoi, parmi plusieurs radicules exposées aux mêmes obstacles, la distribution des poils est bien variable; mais, à la condition d'en observer un nombre assez considérable, l'influence de ces obstacles est manifeste. C'est ce qui ressort des expériences suivantes :

» Des graines de Lentille étant mises à germer dans des feuilles mortes humectées. il arrive assez souvent qu'une radicule perce l'une de ces feuilles et se couvre, dans la région immédiatement supérieure, de poils plus longs. Un fait semblable se remarque parfois sur des radicules qui ont pénétré dans l'intérieur de particules de terre argileuse dans lesquelles, grâce à un certain degré de sécheresse, leur introduction a été difficile. Mais c'est principalement dans l'examen des radicelles minces et à végétation peu active, telles que celles qui naissent sur des radicules placées dans un air moyennement humide, qu'est appréciable l'influence des obstacles sur le développement pileux. Leur extrémité se garnit de poils dès qu'elle arrive au contact du sol tassé; si elles ne peuvent y pénétrer, elles rampent à sa surface, et toute cette région devient velue. C'est ce qu'on observe parfois aussi quand elles contournent une petite pierre en s'appliquant sur elle. D'autres, se rencontrant en l'air, s'enlacent sur une partie de leur longueur et se couvrent de poils.

» M. Frank Schwarz ([2]), tout en paraissant nier d'abord l'influence du ralentissement de la croissance sur le développement pileux, reconnaît que les poils apparaissent ou augmentent de longueur dans les régions où la racine se recourbe, et que cet effet doit être attribué au ralentissement de la croissance et à l'accumulation des matières plastiques qui en est la conséquence. Ce principe admis, on ne comprend pas pourquoi il ne serait pas applicable à tous les cas où la croissance est ralentie. Dans la plupart des

---

([1]) La cautérisation ou la section de l'extrémité radiculaire entraînent de trop grandes lésions pour qu'on puisse tirer du résultat de ces procédés d'expérimentation aucune conclusion légitime. Il en est de même de la végétation dans une solution nuisible. On ne doit pas perdre de vue, en effet, que l'accumulation des matières plastiques au-dessus de la pointe radiculaire (condition indispensable au développement exagéré des poils) ne peut être réalisée qu'autant que les tissus de cette région conservent une vitalité assez active pour attirer ces substances.

([2]) Voir *loc. cit.*

exemples précités, la radicule est le siège de nutations plus ou moins énergiques, qui se traduisent par des courbures et des boucles plus ou moins accusées. Le ralentissement de croissance d'un organe est généralement accompagné de nutation. Le milieu agit donc ici, comme en bien d'autres circonstances, en modifiant la nutrition (¹). »

MINÉRALOGIE. — *Sur la friedelite et la pyrosmalite.* Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« La difficulté que l'on éprouve à obtenir des produits exempts de chlore lorsque l'on décompose le chlorosilicate de manganèse ($SiO^2$, $2MnO$, $MnCl$) par l'eau, l'acide carbonique, etc. (²), me conduisit à rechercher cet élément dans les minerais de manganèse, que l'on peut regarder comme provenant de l'altération des silicates. Je le fis avec l'espérance de saisir une preuve du rôle joué par le chlorure de manganèse dans la formation des silicates naturels de ce métal.

» Le premier que j'eus l'occasion d'examiner fut la friedelite, découverte par M. Ém. Bertrand et considérée par lui comme un silicate de manganèse hydraté. En attaquant cette substance, au rouge sombre, par 10 parties de carbonate sodicopotassique, je trouvai qu'elle renfermait 3,5 pour 100 de chlore; c'était à peu près la proportion contenue dans la pyrosmalite, le seul chlorosilicate hydraté connu dans la nature. Je communiquai ce résultat et cette réflexion à M. Bertrand, qui me demanda de faire une analyse complète de la friedelite sur un échantillon de son choix.

» C'est en s'appuyant sur les résultats obtenus, sur la forme cristalline et les propriétés optiques, que M. Bertrand a reconnu que la friedelite, tout en restant une espèce distincte, devait être regardée comme une pyrosmalite exclusivement manganésifère (³).

» Je joins, dans le Tableau ci-dessous, à l'analyse de la friedelite d'Ader-

(¹) Indépendamment de cette influence *indirecte*, le milieu peut exercer une influence *directe* sur la formation des poils. Ainsi ces organes se développent plus facilement dans la terre meuble que dans la terre tassée, à cause des résistances qu'ils rencontrent dans cette dernière; de même leur développement est plus entravé dans l'eau que dans l'air humide, parce que l'eau est en général un milieu peu favorable au développement des organes appartenant aux plantes terrestres (voir *Association française pour l'avancement des Sciences*, 1880, p. 695). M. Frank Schwarz ne paraît pas avoir eu connaissance de ce Mémoire.

(²) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 107; 1884.

(³) *Bulletin de la Société minéralogique*, t. VII, p. 3; 1884.

vielle (Hautes-Pyrénées), déduction faite de 14 pour 100 de diallogite qu'elle contenait, celle de la pyrosmalite de Dannemora (Suède), qui n'avait pas encore été analysée. Les résultats sont exacts, je crois, à 0,2 ou 0,3 pour 100 près. On a supposé le chlore combiné, dans chaque espèce, au métal dominant. Ces minerais ne renferment pas notablement d'alumine; ils sont exempts d'iode et de brome.

| | Friedelite. | | | Pyrosmalite. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ox. | | | Ox. | |
| $SiO^2$ | 34,45 | 18,37 | | 34,20 | 18,24 | |
| MnO | 48,25 | 10,87 | 11,42 | 24,65 | 5,55 | 11,55 |
| FeO | traces | » | | 23,50 | 5,22 | |
| MgO | 1,20 | 0,45 | | 1,70 | 0,68 | |
| CaO | 0,40 | 0,10 | | 0,40 | 0,11 | |
| Cl | 3,40 | 0,80 | | 3,70 | 0,84 | |
| Mn | 2,60 | | | 2,90 | | |
| HO | 9,60 | 8,53 | | 8,55 | 7,60 | |
| | 99,90 | | | 99,60 | | |

» Ces deux substances présentent, comme on le voit, une grande analogie dans leur composition. Si l'on rapporte tout à $1^{éq}$ de chlorure de manganèse, on trouve que :

Dans la friedelite..... $MnCl : 15RO : 12SiO^2 : 11HO$
Dans la pyrosmalite... $MnCl : 14RO : 11SiO^2 : 9HO$

» Il ne paraît donc pas possible d'exprimer leur composition en équivalents par une formule unique et simple. Cette impossibilité ne paraît pas due à la présence des substances étrangères qui les accompagnent dans leurs gisements.

» En effet, profitant de l'action nulle ou dissolvante qu'exercent les acides étendus ou concentrés sur la rhodonite, la téphroïte, le quartz, la fayalite et le pyroxène, je me suis assuré que la friedelite analysée ne contenait pas de quantités notables des trois premiers composés et que la pyrosmalite, choisie comme elle l'a été dans les lamelles demi-transparentes, était exempte de fayalite ($SiO^2, 2FeO$) et n'était pas pénétrée par le pyroxène qui s'y trouve mélangé dans les parties massives.

» L'analogie que l'on observe entre la composition de la friedelite et celle de la pyrosmalite se poursuit dans leurs propriétés chimiques.

» Soumises pendant quinze jours à l'action de solutions froides et sa-

turées d'acide carbonique ou sulfhydrique, ces deux substances sont à peine décomposées.

» Toutes deux retiennent l'eau qu'elles renferment avec une grande énergie; elles ne changent pas plus de poids que de couleur à 230° : il faut atteindre une température voisine du rouge naissant pour que le dégagement de l'eau se fasse régulièrement; à partir de ce moment, elles brunissent de plus en plus, indice d'une décomposition profonde.

» Ces deux chlorosilicates cèdent difficilement leur chlorure; l'eau bouillante, à la pression ordinaire ou à 150° dans un tube fermé, l'eau froide aiguisée de $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{20}$ d'acide azotique sont sans action sur eux; le dernier mélange acide, à l'ébullition, leur enlève péniblement une partie de leur chlore, dissout en même temps du chlorure de manganèse dans la friedelite, du manganèse et du fer dans la pyrosmalite; mais on constate qu'une quantité correspondante de silice a été mise en liberté, ce qui prouve que l'on ne peut séparer le chlorure de ces silicates sans les décomposer radicalement.

» *Conclusions.* — La friedelite et la pyrosmalite sont donc deux espèces minéralogiques de même nature et très stables.

» On peut conclure des faits exposés dans cette Note que les chlorures de manganèse et de fer ont eu une part dans la production des pyrosmalites. Je dis les chlorures, parce que, dans une Note très prochaine, je montrerai que le protochlorure de fer fondu avec la silice donne naissance, comme le chlorure de manganèse, à un silicate neutre et à un silicate chloruré cristallisés.

» *Mode d'analyse.* — L'eau a été dosée directement; à cet effet, on a mélangé le silicate avec son poids de chaux, calciné au rouge vif et recueilli la vapeur d'eau dégagée, partie dans un tube renflé pour en constater la neutralité, le reste dans la ponce sulfurique.

» La détermination du chlore a été effectuée de deux manières : d'abord dans la solution nitrique du culot résultant de la fusion au rouge sombre du chlorosilicate avec 10 parties de carbonate sodicopotassique; en second lieu, dans la solution nitrique provenant de l'attaque de la substance, par cet acide étendu de son volume d'eau.

» Dans cette dernière expérience, on a tenu compte de la petite quantité de chlore dégagée et recueillie dans l'azotate d'argent.

» Les autres substances ont été dosées par les procédés ordinaires. »

GÉOLOGIE. — *Existence du manganèse à l'état de diffusion complète dans les marbres bleus de Carrare, de Paros et des Pyrénées.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai montré (*Comptes rendus*, 12 mars 1883) que le manganèse existe en quantités sensibles, à l'état de bicarbonate, dans les eaux de toutes les mers modernes. M. Berthelot a établi (*Comptes rendus*, 8 janvier 1883) que les lois de la Thermochimie veulent que ce bicarbonate passe, au contact de l'oxygène, à l'état de bioxyde. Les travaux de M. Boussingault et les miens ont fait voir que, au point de vue de l'observation, les réactions prévues par M. Berthelot se produisent toujours dans la nature. De l'ensemble des faits précédents résultait cette conséquence que, sur toute l'étendue des mers, il se produit, d'une manière incessante, des oxydes de manganèse; que ces oxydes tombent sous l'action de la pesanteur et s'accumulent sur les fonds; que, dès lors, si, dans une région donnée, la mer ne reçoit que peu ou point d'apports étrangers, les dépôts seront très riches en manganèse dans cette région. J'ai pu ainsi expliquer, *en supprimant toute action volcanique et même toute action interne du globe*, l'origine des concrétions de bioxyde de manganèse et des boues manganésifères, rencontrées dans les sondages profonds exécutés depuis quelques années. Parmi les nombreuses conséquences qui résultaient de l'ensemble des données précédentes, l'une d'elles, bien imprévue, était que les dépôts crayeux de la période secondaire devaient être exceptionnellement riches en manganèse. Cinquante-six échantillons de craie empruntés au bassin de Paris vérifièrent, d'une manière complète et sans une seule exception, la vérité de l'induction que je viens de rappeler. Depuis l'année dernière, j'ai pu examiner cent vingt échantillons nouveaux de craie, empruntés à l'Angleterre et à divers points de l'Europe; toujours les résultats ont été les mêmes : dans tous mes essais, $0^{gr},5$ de craie ont été plus que suffisants pour mettre en évidence la présence du manganèse. Le fait que j'ai signalé l'année dernière devient donc un fait général.

» Je viens faire connaître aujourd'hui des résultats procédant toujours du même ordre d'idées et non moins imprévus que les précédents; ils se rapportent aux marbres blancs artistiques et, notamment, à ceux de Carrare, de Paros et des Pyrénées.

» *Carrare.* — Il y a deux types principaux à Carrare : le marbre *ordinaire*, dont la cassure fraîche montre une légère teinte azurée, et les lentilles

exceptionnellement pures et blanches qui constituent le *marbre statuaire* de premier choix. J'ai étudié quatorze échantillons de marbre *ordinaire*, que j'avais recueillis dans toute l'épaisseur de la formation. En partant de $0^{gr},5$ de roche, on peut faire apparaître d'une façon complète le spectre du manganèse pendant plus d'une minute; il n'est pas nécessaire, du reste, d'employer l'analyse spectrale pour reconnaître le manganèse dans $0^{gr},5$ de marbre *ordinaire* de Carrare; les réactions classiques de ce métal sont pour cela parfaitement suffisantes. La variété précieuse du *marbre statuaire* n'existe à Carrare qu'en quantités exceptionnelles. Les cinq échantillons qui ont servi à mes recherches avaient été choisis dans les carrières parmi les types les plus purs, et, dans cette circonstance, je m'étais aidé des conseils des contremaîtres des carrières de Carrare. Ces échantillons n'offraient pas à l'œil la moindre apparence d'une coloration quelconque; cependant, à l'analyse, ils se sont montrés presque aussi riches en manganèse que la masse principale à reflet azuré.

» *Paros*. — Les cinq échantillons que j'ai examinés appartiennent au type artistique bien connu, caractérisé par la grosseur relative de ses cristaux. Ils étaient d'une blancheur complète, sans aucune apparence de teinte quelconque. Les deux premiers provenaient des parois mêmes des anciennes carrières de Paros; le troisième avait été pris sur un bloc ancien, abandonné sur la carrière; le quatrième a été détaché d'un bloc extrait dans les temps modernes des carrières de Paros; le cinquième appartient à la collection de la Faculté des Sciences de Marseille et porte seulement l'indication *Grèce*, mais il est, comme aspect, identique aux quatre autres. Malgré leur blancheur absolument pure, ces cinq échantillons renferment du manganèse, et même en plus grande proportion que les marbres correspondants de Carrare. Pour le faire apparaître avec tous ses caractères, quelques *centigrammes* de roche sont tout à fait suffisants.

» *Pyrénées*. — Les marbres des Pyrénées appartiennent à deux variétés correspondantes à celles de Carrare. J'ai étudié cent cinquante échantillons des marbres blancs pyrénéens, répartis sur toute la longueur de la chaîne. J'ai obtenu absolument les mêmes résultats que pour ceux de Carrare et de Paros, avec cette circonstance que certaines variétés, dont la nuance azurée n'est pas plus prononcée qu'elle ne l'est dans le marbre de Carrare, sont encore bien plus chargées de manganèse que les marbres de cette dernière région.

» La concentration du manganèse dans les marbres blancs les plus purs est déjà un fait bien singulier; mais ce qui l'est peut-être davantage,

c'est l'uniformité de cette diffusion, en proportion si notable, dans des marbres appartenant à des régions aussi différentes et surtout aussi éloignées que les Pyrénées, Carrare et Paros. Il y a là évidemment un fait général, qui ne peut être que le résultat d'une cause générale. En se rappelant le point que j'ai établi l'année dernière, la concentration du manganèse dans la craie, et le rapprochant de l'explication de la formation du marbre fondée sur la célèbre expérience de Halles, on aurait une explication toute naturelle de la présence du manganèse, en quantités exceptionnelles, dans les marbres blancs; on verrait même, dans les faits que je signale aujourd'hui, une confirmation de la théorie de Halles. Mais j'estime que ce serait là une erreur complète. Pour ce qui se rapporte en particulier aux manganèses existant aujourd'hui dans les craies et dans les marbres blancs, ils ont bien pour moi une origine commune, en ce sens que les uns et les autres proviennent des roches primordiales, mais les réactions chimiques éprouvées et les chemins parcourus par ces deux ordres de composés ont été tout à fait différents : c'est là un point nouveau que j'espère pouvoir exposer prochainement à l'Académie. »

ASTRONOMIE. — *Sur la coïncidence des transformations signalées dans la comète Pons-Brooks, avec le passage de cette comète au milieu de courants de nature cosmique.* Lettre de M. **Chapel** à M. le Secrétaire perpétuel.

« A l'occasion des récentes observations faites par MM. Perrotin et Rayet sur la comète Pons-Brooks, et des singulières transformations que ces deux savants ont vu s'accomplir dans le noyau de l'astre, entre le 12 et le 19 janvier dernier, j'ai l'honneur de signaler à l'Académie que cette curieuse évolution a coïncidé avec le passage de la comète dans la région de l'espace où viennent s'enchevêtrer les courants cosmiques des 27-29 novembre [1] et ceux des 6-13 décembre [2], les mêmes que pénétrait la Terre au moment où l'attention fut appelée sur les lueurs crépusculaires [3].

» Il ne serait peut-être pas impossible de découvrir, dans l'histoire des comètes, des rapprochements analogues :

---

(1) Essaim en relation avec la comète de Biela. Voir *Annuaire du Bureau des Longitudes*.

(2) Voir *Annuaire du Bureau des Longitudes*.

(3) J'ai signalé cette autre coïncidence à l'Académie (séances des 3 et 17 décembre dernier).

« Le 25 janvier 1744, Heinsius [1] vit poindre sur la grande comète de Chéseaux, qui n'avait rien présenté de particulier jusque-là, une sorte d'aigrette, qui se développa les jours suivants et dont les bords en se recourbant donnèrent naissance à un commencement de queue. Or, à l'époque où cette apparence vint à se manifester si soudainement, la comète traversait la route parcourue par la comète de Pons.

» La comète de Halley qui, à son apparition de 1759, n'avait montré de queue qu'après avoir dépassé son périhélie, en prit une, lors de sa dernière apparition (1835), plus de quarante jours avant d'atteindre ce périhélie, vers la fin du mois de septembre, c'est-à-dire précisément au moment où elle franchissait l'orbite de la comète de Biela.

» C'est le 19 décembre 1845 que M. Hind aperçut, sur cette dernière comète, les premiers symptômes de son dédoublement fameux; or, deux jours auparavant, l'astre avait rencontré, à son tour, l'orbite de la comète de Halley. »

» Si des observations analogues à celles de MM. Rayet et Perrotin venaient à augmenter le nombre de ces coïncidences reconnues, il semble que l'on serait en droit de ne plus les regarder comme fortuites : on se trouverait amené à cette conjecture, que les modifications inopinées qui surviennent dans les noyaux et les chevelures de certaines comètes sont dues à la rencontre, par ces astres, de la matière cosmique très diffuse que les comètes sèment sur leurs orbites.

» Cette hypothèse, qui semble de nature à expliquer bien des obscurités des phénomènes cométaires, s'accorde d'ailleurs avec l'idée la plus rationnelle que l'on puisse se faire du milieu résistant par lequel on a cherché à rendre compte de l'accélération de certaines comètes. Si elle devait se trouver justifiée quelque jour, elle offrirait un moyen imprévu de sonder les espaces planétaires et d'y découvrir la présence et le mode de distribution de la matière cosmique. »

Le **P. Lamey** adresse une Note « Sur le système géologique éruptif de la planète Mars ».

M. **C. Ciepanowski** adresse une Note relative à un procédé d'extinction des incendies.

M. **E. de Masquard** adresse des photographies d'arborisations produites à la surface de vitres passées au blanc d'Espagne.

---

[1] D'après Arago.

M. Tresca présente à l'Académie, de la part de notre compatriote, M. *Billequin,* professeur au Collège impérial de Péking (Hoa suais tché Nane), les deux Ouvrages suivants :

1° *Chimie élémentaire,* d'après Malagutti. Texte chinois par M. Billequin. Cet Ouvrage, terminé en 1871, a été imprimé dans le Collège même de Péking, qui forme une des annexes du Ministère des Affaires étrangères, et sous les auspices du Gouvernement chinois. Son Excellence Tong Süne, premier Ministre, directeur des hautes études du Tung Weu Huan, a bien voulu patroner ce livre et en écrire la Préface.

L'auteur, voulant autant que possible doter la science chinoise d'un ouvrage reproduisant les idées européennes et surtout la nomenclature chimique, a été amené à introduire et à inventer un certain nombre de caractères chinois qui n'existaient pas avant lui, bien que d'autres ouvrages eussent déjà été publiés sur le même sujet, mais sur un plan différent. Ce traité est maintenant adopté dans toutes les écoles de fondation impériale, où l'on apprend les langues et les sciences européennes. Le Japon lui-même s'en est procuré un assez grand nombre d'exemplaires.

L'Ouvrage contient dix Volumes ou Fascicules, avec planches. Les deux premiers Volumes sont consacrés aux métalloïdes. Les troisième, quatrième et cinquième traitent de l'étude des métaux. La Chimie organique occupe les sixième, septième et huitième fascicules. Enfin les deux derniers Volumes comprennent des Tableaux synoptiques des différents corps et de leurs composés principaux.

2° *Chimie analytique*, d'après Frésénius. Texte chinois, par A. Billequin, avec le concours de ses élèves. Ouvrage, avec planches, imprimé en 1883 sur les presses du Collège (Tung Wen Huan). Son Excellence Tcho Tia Mée, Gouverneur de Péking, Ministre et membre du bureau des Affaires étrangères, en a écrit la Préface.

Cet Ouvrage comprend seize Volumes ou Cahiers.

Le premier Cahier contient les Préfaces, l'Introduction et la Table générale. Le deuxième renferme des Tableaux permettant de répartir les corps métalliques en quatre familles principales, d'après leurs réactions avec le carbonate de soude, le sulfhydrate d'ammoniaque et l'hydrogène sulfuré ; le Tableau des réactions des solutions métalliques avec les principaux agents chimiques; des Tableaux donnant la densité des liquides acides et alcalins, celle des métalloïdes, des métaux, des oxydes, des sulfures et d'un

grand nombre de corps usuels. On y traite enfin des manipulations préliminaires de la Chimie analytique, telles que : dessiccation, pesées, détermination de densités, évaporation, décantation, etc.

Le troisième fascicule s'occupe des transformations au moyen desquelles on amène les différents corps à la forme ou à la combinaison dans lesquelles ils doivent être dosés. Le quatrième Volume traite des réactifs. Les cinquième et sixième traitent de l'analyse quantitative des oxydes métalliques. Les septième et huitième indiquent les méthodes de séparation des oxydes les uns par rapport aux autres. Le neuvième traite de la même question en ce qui concerne les acides. Les dixième et onzième, détermination pondérale des acides.

Les douzième et treizième, analyse des matières organiques. Méthodes alcalimétriques, chlorométriques. Essais des manganèses, des silicates, des argiles, des charbons, des carbonates, des minerais métalliques principaux.

Les trois derniers Volumes sont consacrés à la représentation graphique des principaux instruments usités dans les opérations analytiques.

M. Billequin avait complété en France ses connaissances chimiques, comme préparateur de notre Confrère, M. Payen, au Conservatoire des Arts et Métiers, puis à l'École Centrale. Il est depuis dix-huit ans professeur au Collège impérial de Péking, où il donne ses leçons en langue chinoise.

Les industries chimiques commencent à se développer en Chine; une grande usine, récemment construite, y produit déjà de grandes quantités d'acide sulfurique.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

---

### BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 février 1884.

*Annexe n° 3. Les eaux de Londres et d'Amsterdam.* Paris, imp. Chaix, 1883; in-4°. (Deux exemplaires.)

*Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Service de la Carte géologique du royaume. Explication de la feuille de Dinant; par* MM. E. Dupont et M. Mourlon; *Explication de la feuille de Natoye; par* MM. E. Dupont, Mourlon et Purves. Bruxelles, F. Hayez, 1883; 2 vol in-8°, avec Cartes correspondantes. (Présenté par M. Hébert.)

*De l'origine des Indiens du nouveau monde et de leur civilisation; par* P. Dabry de Thiersant. Paris, E. Leroux, 1883; gr. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

*Traité élémentaire de Physique médicale; par le* Dr W. Wundt. Traduit, avec de nombreuses additions, par le Dr F. Monoyer; 2e édition française, revue et augmentée par le Dr A. Imbert. Paris, J.-B. Baillière, 1884; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

*Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels; par* J. Post, traduit de l'allemand par L. Gautier et P. Kienlen; fasc. VII. Paris, F. Savy, 1884; in-8°.

*Ministère des travaux publics. Ports maritimes de la France. Notice sur le port de Saint-Nazaire; par* M. R. Pocard-Kerviler. Paris, imp. nationale, 1883; in-4°.

*Recherches sur l'anatomie et la physiologie du cœur; par le* Dr Marc Sée; 2e édition. Paris, G. Masson, 1883; in-4°. (Présenté par M. Richet pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1884.)

*La fièvre typhoïde chez le cheval et chez l'homme; par le* Dr Servoles. Paris, Asselin, 1883; in-8°. (Présenté par M. Bouley pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1884.)

*Acta mathematica.* Journal rédigé par G. Mittag-Leffler; t. III, n° 2. Stockholm, Beiger; Berlin, Mayer et Müller; Paris, Hermann, 1884; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

H. de Parville. *Causeries scientifiques,* 1879-1882. Paris, J. Rothschild, 1884; 4 vol. in-12.

*Les phénomènes de l'atmosphère. Traité illustré de météorologie pratique; par* H. Mohn, traduit par Decaudin-Labesse, précédé d'une introduction par H. de Parville. Paris, J. Rothschild, 1884; 1 vol. gr. in-8° illustré.

*L'année scientifique industrielle; par* L. Figuier, 1883. Paris, Hachette et C[ie], 1884; in-12.

*Tables of the exponential function; by* J.-W.-L. Glaisher. Sans lieu ni date; in-4°. (From the *Cambridge philosophical transactions*, vol. XIII.)

*Bergens museum. Nye Alcyonider, Gorgonider og Pennatulider tilhorende Norges fauna; ved* Johan Koren og D.-C. Danielssen. Bergen, 1883; in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 MARS 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation d'un Décret, par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *G. Darboux*, pour remplir la place devenue vacante, dans la Section de Géométrie, par suite du décès de M. Puiseux.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Darboux** prend place parmi ses Confrères.

ASTRONOMIE. — *Sur la figure de la tête de la comète actuelle.* Note de M. **Faye.**

« En examinant les apparences singulières que la tête de la comète actuelle (de Pons-Brooks) a présentées à deux reprises, les 13 et 19 janvier, il me semble que la théorie que j'ai donnée autrefois à ce sujet leur est parfaitement applicable et conduit à une explication fort simple.

» M. Roche a montré que, à ne tenir compte que de la pesanteur vers le noyau de la comète et vers le Soleil, les matières qui sortent du noyau

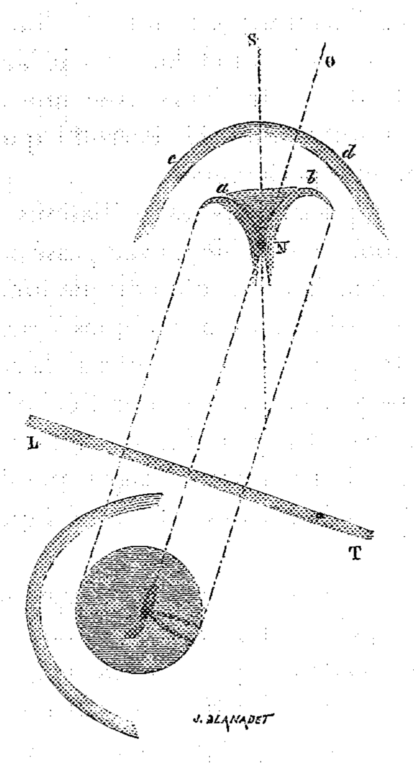
sont émises coniquement en deux points opposés. Si l'on s'en tenait à la seule attraction, les matériaux ainsi abandonnés se répartiraient sur la trajectoire du noyau et formeraient deux queues, non pas dans la direction du rayon vecteur, mais dans une direction transversale à ce rayon. J'ai moi-même montré que la répulsion solaire, au lieu de supprimer l'émission antérieure, comme le croyait M. Roche, avait pour effet de changer la forme conique en celle d'un calice à bords recourbés, et d'en projeter les matériaux en arrière dans la direction du rayon vecteur prolongé. Il est aisé de voir que ce calice lumineux, transparent, conique au sommet et campanuliforme sur les bords, vu en perspective, satisfait aux apparences que les comètes nous ont présentées jusqu'ici, même à celles que la comète de Donati a si magnifiquement développées, sous nos yeux, il y a vingt-six ans. Il se présente en effet, presque toujours, sous la forme d'un *éventail*, d'un *secteur*, ou d'une aigrette. Ce sont les termes usités par tous les observateurs.

» Or il est un cas où ce calice, à la fois lumineux et transparent, prendra une tout autre apparence : c'est celui où son axe se trouvera dirigé non loin de l'observateur dont l'œil plongera dès lors au fond de cette sorte de clochette, au lieu d'en voir seulement les contours extérieurs. Alors, à la place d'une aigrette ou d'un secteur lumineux à bords curvilignes, émergeant du noyau, on verra un disque complet ayant le noyau à peu près au centre. C'est là justement la figure que la comète de Pons-Brooks a présentée à deux reprises, le 13 et le 19 janvier. Dans l'intervalle, l'émission nucléale avait la figure ordinaire.

» Voici l'épure de ce cas très particulier où l'émission cyathiforme N$ab$, dont l'axe est ordinairement dirigé vers le Soleil, est vue non pas perpendiculairement au plan du dessin qui représente une coupe, mais dans une direction inclinée que j'ai rabattue en ON. Le bas de la figure représente la projection du calice sur un plan LT perpendiculaire au rayon visuel [1].

[1] Cette épure est difficile à faire complètement parce qu'il s'agit d'un calice, non pas opaque, mais transparent à la manière d'une flamme de quinquet. M. Trépied suppose que le noyau s'est allongé d'un bord à l'autre du disque (*voir* plus loin la figure de son intéressante Note), avec un étranglement non loin du milieu. C'est cet étranglement qui est le noyau, lequel ne doit pas avoir très notablement changé de figure. Le prolongement boréal dont parle M. Trépied n'est que la perspective de l'émission postérieure conico-cylindrique du noyau (opposée au calice et située dans l'axe de la queue). La partie australe, plus difficile à comprendre, ne fait pas non plus partie du noyau. Quant au diamètre lumineux transversal, si bien marqué sur le dessin de M. Thollon, je l'ai reproduit en supposant l'œil situé dans un

Le contour extérieur de la tête de la comète n'a pas changé, parce que je suppose que le calice seul s'est incliné vers l'observateur.




» Reste la question de savoir comment il se fait que ce calice, qui fait corps jusqu'à un certain point avec le noyau de la comète, change de position si rapidement et se présente à l'observateur sous des aspects si différents.

» Je ferai remarquer tout d'abord que ces changements ne sont pas sans exemple. La célèbre comète de Halley a présenté en 1835 le même balancement rapide, et Bessel en a fait l'objet d'un Mémoire très intéressant que le Bureau des Longitudes a publié dans la *Connaissance des Temps*. D'un jour à l'autre, l'éclat du noyau et de l'émission nucléale augmentait si brusquement, que Bessel, comme M. Trépied pour la comète actuelle, ne la reconnaissait plus, ou du moins s'imaginait tout d'abord qu'elle se projetait sur quelque belle étoile. Alors on distinguait très bien une brillante aigrette à peu près dirigée vers le Soleil. Le lendemain, cette aigrette était

plan qui serait à peu près tangent au calice, en son sommet, et qui le couperait en même temps suivant deux courbes divergentes.

très faible, à peine visible, puis la tête de la comète reprenait sa forme ordinaire. Quelques jours après (six jours, plus ou moins), on voyait de nouveau l'aigrette, mais dans une position toute différente. Bessel crut constater, dans ces alternatives d'éclat et dans ces balancements de l'aigrette, l'effet d'une périodicité de quatre jours avec une amplitude de 60°. On conçoit donc que l'idée soit venue à M. Perrotin que les variations observées par lui pourraient être périodiques.

» Il me paraît évident que si, dans ses oscillations, l'axe de l'aigrette, ou mieux du calice de la comète de Halley, avait passé par l'œil du spectateur, ce calice aurait été vu sous la forme d'un disque lumineux nettement terminé et de grandes dimensions, avec quelques stries radiales; mais il oscillait dans un tout autre plan. Le phénomène de la comète de Pons-Brooks doit donc être du même genre, avec cette particularité que l'axe du calice oscillait dans un plan passant à peu près par la Terre. Il serait intéressant de calculer, pour le 13 et le 19 janvier, l'angle que l'axe du calice, dirigé alors vers nous, faisait avec le rayon vecteur, ainsi que la position du plan d'oscillation.

» La grande différence entre les deux comètes dont nous venons de parler et celle de Donati, c'est que, pour les premières, l'émission semblait cesser par moments ou s'affaiblir pendant un temps plus ou moins long, tandis que, pour la comète de Donati, on voyait les émissions se succéder les unes aux autres et former, en perspective, une série de secteurs superposés qui allaient en grandissant. Très probablement les matériaux qui formaient ces calices d'émission, vivement rejetés en arrière par le Soleil lorsque, parvenus loin du noyau, ils atteignaient un haut degré de raréfaction, allaient former les queues minces et droites que je n'ai pu voir à Paris avec un télescope de Foucault, mais qu'on a très bien observées en Amérique et à Poulkova. Je serais donc enclin à croire que, si les émissions du 13 et du 19 janvier de la comète actuelle avaient duré plus longtemps, cette comète aurait eu aussi plus d'une queue.

» Si le phénomène signalé pour la première fois par Bessel n'a guère fixé autrefois mon attention, c'est qu'il semblait être tout à fait exceptionnel. Il était plus urgent alors de s'attacher aux phénomènes les plus constants que présentent ces astres compliqués. D'ailleurs l'explication qu'il en proposait ne me semblait pas admissible. Le célèbre astronome de Kœnigsberg dotait le noyau de la comète d'une polarité semblable à celle des forces magnétiques; en vertu de cette polarité, le noyau et l'émission nucléale antérieure oscillaient en face du Soleil comme l'aiguille d'une bous-

sole en présence d'un aimant. Pour moi, je n'y voyais que l'effet d'une rotation du noyau fortement altérée, par instants, par l'attraction du Soleil, lorsque le noyau venait à se déformer, à s'allonger plus ou moins dans le sens du rayon vecteur. Dans ces conditions, la rotation peut prendre des allures irrégulièrement pendulaires, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir des forces polaires. D'ailleurs il ne pouvait être question de la résistance ou de la réaction des corpuscules d'un milieu quelconque, puisque l'enveloppe extérieure de la comète n'était pas affectée. Mais justement parce que le phénomène est rare ou du moins fort peu étudié jusqu'ici, il y a lieu d'applaudir aux excellents documents qui nous viennent cette fois des observatoires français. »

CHIMIE. — *Mélanges gazeux détonants. Calcul des températures et des chaleurs spécifiques;* par MM. **Berthelot** et **Vieille.**

« La pression développée pendant l'explosion des mélanges gazeux étant connue (ce Volume, p. 545), on peut en déduire la température (définie par le thermomètre à air) et la chaleur spécifique correspondante des produits; ou, plus exactement, deux limites entre lesquelles elles sont comprises. Deux températures limites $t_1$, $t_2$ se calculent en effet, sans autre donnée, d'après une formule exposée par l'un de nous [1]. Si l'on y joint la connaissance de la chaleur Q dégagée par une combustion totale, on peut calculer une autre limite $t_4$, intermédiaire en général entre les précédentes [2]. La moyenne des deux valeurs, $\frac{t_1+t_4}{2}=T$, fournit pour la

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 302.

(2) La quantité combinée réellement, au moment de l'explosion, doit être telle que la chaleur dégagée par la combinaison amène le système au moins à la température $t_2$. Si la chaleur spécifique moyenne du système entre 0 et $t_2$ était connue, on tirerait de là une limite pour la quantité en question, car il suffirait de multiplier cette chaleur spécifique par la température $t_2$ et de prendre le rapport entre ce produit et la chaleur totale. Ce rapport, $\frac{ct_2}{Q}$, serait inférieur à la proportion réellement combinée, c'est-à-dire qu'il donnerait une certaine idée de la dissociation. Cela étant admis, observons que dans nos expériences les seuls gaz composés qui prennent naissance sont l'acide carbonique et la vapeur d'eau, gaz dont les chaleurs spécifiques vont croissant avec la température. La valeur moyenne de leurs chaleurs spécifiques, prise entre 0° et 200°, surpasse déjà la somme de

température de la combustion une valeur probable, d'autant plus approchée que les limites $t_1$ et $t_4$ sont elles-mêmes plus voisines. Enfin la chaleur totale Q, divisée par les valeurs $t_1$, $t_2$, $t_4$, T, fournit des valeurs limites $c_1$, $c_2$, $c_4$, C, pour les chaleurs spécifiques apparentes (à volume constant) des produits, entre 0° et T°. Ces chaleurs spécifiques sont dites apparentes, parce qu'elles comprennent à la fois la chaleur spécifique proprement dite et la chaleur restituée par la recombinaison des composants dissociés.

» La valeur de C peut être regardée comme constituant une valeur probable plus approchée que toutes les autres, sauf à en discuter de plus près la signification; elle s'applique soit au gaz composé lui-même, tel que la

---

celles des éléments pour l'acide carbonique, et il en est de même, d'après les observations de MM. Mallard et Le Châtelier, pour la vapeur d'eau à une température élevée, mais qui n'atteint pas encore celle de la combustion.

Nous aurons donc, en général, pour l'eau et l'acide carbonique, une valeur inférieure à $ct_2$, en remplaçant $c$ par la somme des chaleurs spécifiques des composants (hydrogène et oxygène, ou oxyde de carbone et oxygène), évaluée à la température ordinaire, soit 7,2 (à volume constant). Ce chiffre d'ailleurs s'applique à la fois à la portion combinée et à la portion dissociée. La chaleur spécifique du système, calculée d'après cette donnée, soit $c_0$, nous donne le rapport $\frac{c_0 t_2}{Q}$, qui représente une limite $l_0$, inférieure à la fraction réellement combinée.

Mais nous pouvons aller plus loin et tirer du chiffre ci-dessus une autre limite inférieure des températures et de la dissociation, plus élevée en général que la précédente. En effet, notre calcul repose sur celui de deux températures limites, évaluées l'une dans l'hypothèse d'une dissociation nulle, l'autre dans l'hypothèse d'une dissociation totale, le coefficient de dissociation étant posé tour à tour $K = 0$ et $K = 1$ dans les formules. Si nous lui attribuons la valeur $\frac{c_0 t_2}{Q}$, nous en tirerons une température $t_3$, qui sera comprise entre $t_1$ et $t_2$, du moins pour les systèmes réversibles, c'est-à-dire tels que la dissociation puisse en reproduire l'état initial; soit, par exemple, les mélanges d'oxyde de carbone ou d'hydrogène avec l'oxygène pur, ou bien associé avec un gaz inerte.

Cette valeur nous fournira une nouvelle limite $l'$ de dissociation, $\frac{c_0 t_3}{Q}$, plus élevée que la précédente. On en déduira de même un chiffre ultérieur $t_4$ et ainsi de suite. Pour les systèmes réversibles, les valeurs $t_2$, $t_3$, $t_4$, ... tendent vers une limite; leur convergence est même assez rapide.

Pour les systèmes non réversibles, tels que ceux qui renferment du cyanogène, ou des carbures d'hydrogène, il peut arriver que la valeur $t_3$ soit inférieure à $t_2$, auquel cas le calcul ne fournit rien d'utile; T est alors la moyenne entre $t_1$ et $t_2$.

vapeur d'eau ou l'acide carbonique, si l'on opère sur ses composants; soit à ce même gaz associé à l'azote ou à tout autre gaz inerte, suivant les cas (combustion du cyanogène, combustion de l'hydrogène mêlé d'azote, combustions d'un gaz combustible par le protoxyde ou le bioxyde d'azote); soit enfin à un certain mélange d'acide carbonique et de vapeur d'eau, dans les cas où l'on opère sur les carbures d'hydrogène. On obtient ainsi des données relatives aux chaleurs spécifiques totales des systèmes, pour des températures du thermomètre à air très diverses et qui sont échelonnées entre 1700° et 5000°. Si maintenant nous évaluons pour ces mêmes températures la chaleur spécifique de l'azote, d'après les expériences de M. Vieille, nous pourrons la retrancher, et il restera celle de l'acide carbonique ou de la vapeur d'eau, à diverses températures comprises entre les mêmes intervalles.

» La dissociation peut être aussi évaluée, pour les mêmes intervalles, à l'aide de diverses formules qui en fournissent des limites plus ou moins approchées : nous y reviendrons.

» Voici les Tableaux renfermant les valeurs $t_1$, $t_2$, $c_1$, $c_2$, Q, $c_0$, $g$, $g_1$, $l$, $t_4$, $c_4$, T, C, toutes quantités définies plus haut, à l'exception de $g$ qui est la contraction des produits brûlés comparés à leurs composants sous pression constante; $g_1$ étant le rapport entre le volume (à pression constante) des produits brûlés et celui des corps régénérables par leur dissociation, rapport distinct de $g$ dans le cas des systèmes non réversibles. Nous donnerons d'abord le calcul de tous les nombres observés, sauf à les discuter plus tard.

PREMIER GROUPE. — MÉLANGES OXYHYDRIQUES.

*Tableau I.*

| | Nature des mélanges. | Q (eau gazeuse). | $t_1$. | $c_1$. | $t_2$. | $c_2$. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | $H^2 + O^2$ | 58700 cal | 3742° | 15,69 | 2406° | 24,40 |
| (7) | $H^2 + O^2 + \frac{1}{2}Az$ | » | 3219 | 18,24 | 2220 | 26,32 |
| (8) | $H^2 + O^2 + Az^2$ | » | 2712 | 20,67 | 2115 | 27,75 |
| (9) | $H^2 + O^2 + 2Az^2$ | » | 2258 | 26,00 | 1897 | 30,94 |
| (10) | $H^2 + O^2 + 3Az^2$ | » | 1844 | 31,83 | 1609 | 36,48 |
| (11) | $H^2 + Az^2O^2$ | 79600 | 3466 | 23,17 | 2694 | 29,55 |
| (12) | $H^2 + Az^2O^2 + Az^2$ | » | 2751 | 28,94 | 2319 | 34,33 |

*Tableau II.*

| | Nature des mélanges. | $c_0$. | $g$. | $\frac{g}{g_1}$. | $l_4$. | $t_4$. | $c_4$. | T. | C. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | $H^2 + O^2$......... | 7,2 | $\frac{2}{3}$ | » | 0,336 | 2739 | 21,43 | 3240° | 18,12 |
| (7) | $H^2 + O^2 + \frac{1}{2}Az$... | 8,4 | $\frac{5}{7}$ | » | 0,358 | 2501 | 23,47 | 2860 | 20,52 |
| (8) | $H^2 + O^2 + Az^3$ ... | 12,0 | $\frac{4}{5}$ | » | 0,485 | 2375 | 24,72 | 2543 | 23,08 |
| (9) | $H^2 + O^2 + 2Az^2$ .. | 16,8 | $\frac{6}{7}$ | » | 0,600 | 2101 | 27,82 | 2180 | 26,93 |
| (10) | $H^2 + O^2 + 3Az^2$ .. | 21,6 | $\frac{8}{9}$ | » | 0,627 | 1753 | 33,49 | 1798 | 32,65 |
| (11) | $H^2 + Az^2O^2$...... | 12,0 | 1 | $\frac{5}{4}$ | 0,228 | 2831 | 28,12 | 3133 | 25,09 |
| (12) | $H^2 + Az^2O^2 + Az^2$. | 16,8 | 1 | $\frac{7}{6}$ | 0,350 | 2461 | 32,48 | 2601 | 30,60 |

DEUXIÈME GROUPE. — MÉLANGES OXYCARBONIQUES.

*Tableau I.*

| | Nature des mélanges. | Q. | $t_1$. | $c_1$. | $t_2$. | $c_2$. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (13) | $C^2O^2 + O^2$......... | 68 000 cal | 3872 | 17,56 | 2490° | 27,31 |
| (14) | $C^2O^2 + O^2 + Az$..... | » | 3127 | 21,75 | 2277 | 29,86 |
| (15) | $C^2O^2 + O^2 + Az^2$.... | » | 2741 | 24,81 | 2138 | 31,81 |
| (16) | $C^2O^2 + O^2 + Az^5$.... | » | 1876 | 36,25 | 1607 | 42,32 |
| (17) | $C^2O^2 + Az^2O^2$....... | 88 800 | 2839 | 31,28 | 2217 | 40,06 |
| (18) | $C^2O^2 + H + O^3$ [1] .. | 97 300 | 3745 | 26,00 | 2406 | 40,46 |
| (19) | $C^2O^2 + H^2 + O^4$..... | 126 700 | 3328 | 38,07 | 2128 | 59,74 |
| (20) | $C^2O^2 + H^3 + O^5$..... | 156 000 | 3597 | 43,38 | 2307 | 67,64 |
| (21) | $C^2O^2 + H^4 + O^6$..... | 185 400 | 3663 | 50,61 | 2351 | 78,88 |

*Tableau II.*

| | Mélanges. | $c_0$. | $g$. | $\frac{g}{g_1}$. | $l_4$. | $t_4$. | $c_4$. | T. | C. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (13) | $C^2O^2 + O^2$....... | 7,2 | $\frac{2}{3}$ | » | 0,296 | 2797 | 24,31 | 3334° | 20,40 |
| (14) | $C^2O^2 + O^2 + Az$... | 9,6 | $\frac{6}{7}$ | » | 0,360 | 2551 | 26,66 | 2840 | 24,02 |
| (15) | $C^2O^2 + O^2 + Az^2$ .. | 12,0 | $\frac{4}{5}$ | » | 0,416 | 2355 | 28,88 | 2548 | 26,69 |
| (16) | $C^2O^2 + O^2 + Az^5$ .. | 19,2 | $\frac{7}{8}$ | » | 0,491 | 1739 | 39,33 | 1807 | 37,47 |
| (17) | $C^2O^2 + Az^2O^2$..... | 12,0 | 1 | $\frac{5}{4}$ | 0,093 | 2264 | 39,22 | 2550 | 34,83 |
| (18) | $C^2O^2 + H + O^3$... | 10,8 | $\frac{2}{3}$ | » | 0,311 | » | » | 3271 | 29,76 |
| (19) | $C^2O^2 + H^2 + O^4$... | 14,4 | » | » | 0,317 | » | » | 3287 | 38,55 |
| (20) | $C^2O^2 + H^3 + O^5$... | 18,0 | » | » | 0,320 | » | » | 3296 | 47,35 |
| (21) | $C^2O^2 + H^4 + O^6$... | 21,6 | » | » | 0,323 | » | » | 3303 | 56,13 |

[1] Le calcul des mélanges renfermant à la fois de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone a été fait d'après la moyenne des pressions observées pour $H^2$ et $C^2O^2$ pris séparément.

TROISIÈME GROUPE. — CYANOGÈNE.

*Tableau I.*

| | Nature des mélanges. | Q. | $t_1$. | $c_1$. | $t_2$. | $c$. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cal | ° | | ° | |
| (29) | $C^4Az^2 + O^8$.......... | 262500 | 5453 | 48,14 | 4272 | 61,45 |
| (30) | $C^4Az^2 + O^8 + Az^2$.... | » | 4566 | 57,49 | 3598 | 72,96 |
| (31) | $C^4Az^2 + O^8 + 2Az^2$... | » | 3755 | 69,91 | 3084 | 85,12 |
| (32) | $C^4Az^2 + O^8 + 4Az^2$... | » | 3097 | 84,76 | 2676 | 98,14 |
| (33) | $C^4Az^2 + O^4$.......... | 126500 | 4394 | 28,81 | » | » |
| (34) | $C^4Az^2 + O^4 + 1\frac{1}{2}Az$... | » | 4024 | 31,46 | » | » |
| (35) | $C^4Az^2 + O^4 + 2Az^2$... | » | 3191 | 39,67 | » | » |
| (36) | $C^4Az^2 + O^4 + \frac{79}{21}Az^2$.. | » | 2810 | 45,05 | » | » |
| (39) | $C^4Az^2 + 4AzO^2$...... | 349000 | 4350 | 80,27 | 3580 | 97,52 |
| (40) | $C^4Az^2 + 4Az^2O^2$...... | 346000 | 4149 | 79,70 | 3596 | 95,3 |
| (41) | $C^4Az^2 + 2AzO^2$...... | 169800 | 4509 | 39,39 | » | » |
| (42) | $C^4Az^2 + 2Az^2O^2$...... | 168400 | 3993 | 42,17 | » | » |

*Tableau II.*

| | Nature des mélanges. | $c_0$. | $g$. | $\frac{g}{g_1}$. | $l$. | $t_4$. | $c_4$. | T. | C. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | ° | |
| (29) | $C^4Az^2 + O^8$.......... | 19,2 | 1 | $\frac{4}{3}$ | » | » | » | 4862 | 54,00 |
| (30) | $C^4Az^2 + O^8 + Az^2$..... | 24,0 | 1 | $\frac{5}{4}$ | » | » | » | 4082 | 64,31 |
| (31) | $C^4Az^2 + O^8 + 2Az^2$... | 28,8 | 1 | $\frac{6}{5}$ | » | » | » | 3420 | 76,76 |
| (32) | $C^4Az^2 + O^8 + 4Az^2$... | 38,4 | 1 | $\frac{8}{7}$ | » | » | » | 2886 | 90,96 |
| (39) | $C^4Az^2 + 4AzO^2$...... | 28,6 | 1 | $\frac{6}{5}$ | » | » | » | 3965 | 88,02 |
| (40) | $C^4Az^2 + 4Az^2O^2$...... | 33,4 | $\frac{7}{5}$ | $\frac{8}{5}$ | » | » | » | 3972 | 86,71 |

QUATRIÈME GROUPE. — CARBURES D'HYDROGÈNE.

*Tableau I.*

| | Nature des mélanges. | Q (eau gazeuze). | $t_1$. | $c_1$. | $t_2$. | $c_2$. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cal | ° | | ° | |
| (22) | $C^4H^2 + O^{10}$........ | 307 900 | 4951 | 62,20 | 3210 | 95,92 |
| (23) | $C^4H^4 + O^{12}$........ | 321 400 | 4121 | 77,84 | 2662 | 120,72 |
| (24) | $C^4H^6 + O^{14}$........ | 359 600 | 3707 | 97,00 | 2380 | 151,10 |
| (25) | $2C^2H^4 + O^{16}$....... | 387 000 | 3861 | 100,24 | 2483 | 155,84 |
| (26) | $C^4H^4 + H^2 + O^{14}$... | 380 100 | 4016 | 84,64 | 2587 | 146,92 |
| (27) | $C^4H^6O^2 + O^{12}$...... | 314 700 | 4078 | 77,16 | 2628 | 119,54 |
| (28) | $C^8H^{10}O^2 + O^{24}$..... | 616 800 | 3239 | 190,42 | 2068 | 248,20 |

*Tableau II.*

| | Nature des mélanges. | $c_0$. | $g$. | $\frac{g}{g_1}$. | $l_4$. | $t_4$. | $c_4$. | T. | C. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (22) | $C^4H^2 + O^{10}$.... | 21,6 | $\frac{6}{7}$ | $\frac{9}{7}$ | » | » | » | 4080° | 75,47 |
| (23) | $C^4H^4 + O^{12}$.... | 28,8 | 1 | $\frac{3}{2}$ | 3,76 | 2702 | 118,8 | 3415 | 94,11 |
| (24) | $C^4H^6 + O^{14}$.... | 36,0 | $\frac{10}{9}$ | $\frac{15}{9}$ | 13,51 | 2510 | 143,2 | 3108 | 115,70 |
| (25) | $2C^2H^4 + O^{16}$.. | 43,2 | 1 | $\frac{3}{2}$ | 27,47 | 2756 | 140,4 | 3303 | 117,20 |
| (26) | $C^4H^4 + H^2 + O^{14}$ | 36,0 | $\frac{4}{5}$ | $\frac{6}{5}$ | 8,95 | 2676 | 142,0 | 3346 | 113,60 |
| (27) | $C^4H^6O^2 + O^{12}$. | 36,0 | $\frac{5}{4}$ | $\frac{15}{8}$ | 33,20 | 2987 | 105,4 | 3532 | 89,10 |
| (28) | $C^8H^{10}O^2 + O^{24}$. | 64,8 | $\frac{7}{9}$ | $\frac{21}{18}$ | 16,04 | 2200 | 280,3 | 2720 | 227,50 |

M. **A. d'Abbadie** fait hommage à l'Académie d'une Conférence qu'il a faite au troisième Congrès géographique international, tenu à Venise en 1881, sous le titre « Exploration de l'Afrique équatoriale; *Credo* d'un vieux voyageur ».

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **C. Decharme** adresse diverses Notes relatives à un orage qui a éclaté à Amiens, le 24 février dernier.

La foudre a présenté ce caractère insolite, qu'elle s'est divisée en fragments *globulaires* qui, par leur ténuité, sont devenus presque inoffensifs.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

M. **Minard** adresse, par l'entremise de M. Faye, une Note sur un moyen d'atténuer la violence des orages.

Le moyen que propose l'auteur consisterait dans l'emploi d'un grand nombre de paratonnerres, appliqués sur les poteaux télégraphiques et reliés aux rails des chemins de fer.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

M. **Bochot** adresse un Mémoire sur un « Système de direction aérienne ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Piarron de Mondésir** adresse une nouvelle Note relative à la solution du problème des deux chaînes.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

## CORRESPONDANCE.

M. **Bischoffsheim** informe l'Académie qu'il retire sa candidature à la place d'Académicien libre, laissée vacante par la mort de M. Breguet.

(Renvoi à la Commission.)

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que les *Archives de Médecine et de Pharmacie militaires*, qui formaient jusqu'ici un Volume annuel, se composeront à l'avenir de trois Volumes, dont deux seront consacrés à la partie technique (Archives de Médecine et de Pharmacie militaires), et un troisième à la partie administrative (Bulletin officiel).

M. le Ministre adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le tome II des Archives et le tome I du Bulletin.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Une lettre de Méchain.* Note de M. **J. Lefort**.

M. J. Lefort, petit-fils et héritier de J.-B. Biot, adresse à l'Académie la Note suivante :

« Dans une Notice lue le 2 janvier 1810 à la séance publique annuelle de l'Académie des Sciences, Biot a fait connaître les grandes difficultés éprouvées par Méchain pour prolonger la méridienne en Espagne et la pousser jusqu'aux îles Baléares, comme il en avait conçu le projet. Cet habile astronome, après avoir heureusement exécuté, de concert avec Delambre, la grande triangulation de l'arc méridien compris entre Dunkerque et Barcelone, était resté seul. Au bout de peu d'années, il succomba, moins encore aux fatigues physiques qu'aux tortures morales occasionnées par un travail dont le succès lui paraissait très douteux.

» Cependant le Bureau des Longitudes, regrettant l'interruption d'une opération si intéressante à tant de titres, chargea, au commencement de 1806, Biot et Arago du soin de la reprendre et de la terminer. Au moment où ces jeunes astronomes se disposaient à partir, Delambre ne voulut

pas laisser ignorer au plus âgé des deux, qui était déjà son Confrère à l'Institut, l'étendue des obstacles qu'il y aurait à vaincre. A cet effet, il remit à Biot une lettre adressée par Méchain, le 13 messidor an XII (2 juillet 1804), à son ami Jaubert, professeur de Physique à l'École centrale des Pyrénées-Orientales.

» La lettre donnée par Delambre à Biot m'appartient aujourd'hui. Quoique au fond elle ne présente plus un grand intérêt, je la considère comme la relique d'un martyr du dévouement scientifique; et, à ce titre, je me permets de l'offrir à l'Académie des Sciences. Cette lettre de Méchain est réellement inédite, car Biot n'en a cité qu'un court membre de phrase.

» L'Académie jugera peut-être opportun d'en publier un extrait un peu plus long, que je joins à cette Note, dans le dessein de faire complètement connaître la situation morale de Méchain, c'est-à-dire son découragement, qui paraît être allé jusqu'au désespoir :

« A Cullera, royaume de Valence, lundi 23 messidor an XII (2 juillet 1804) [1].

» .... Pour l'établissement d'une nouvelle ligne de triangles sur le continent, depuis Tortose jusqu'ici (Cullera), je viens de parcourir tout le pays compris entre ces deux points, les plaines, les vallées et les plus hautes montagnes, afin d'y chercher, choisir et arrêter des points convenablement situés entre eux pour être les sommets des triangles de cette chaîne. Ces courses ont été un peu pénibles, soit à cause des localités, soit par le défaut de secours, de gîtes, de moyens de subsistance dans un pays tel que celui-ci; soit enfin par les excessives chaleurs que nous avons eu à supporter. Je dis *nous*, parce que l'un des officiers du brigantin a bien voulu m'accompagner. La somme de nos courses par terre a été d'un peu plus de 150 lieues, parce qu'il a fallu faire bien des zigzags. Nous en avons fait à peu près autant dans le même temps et par intervalles sur le brigantin. Nous nous sommes fort bien entendus avec le commandant de ce bâtiment, pour les points et les époques de nos réunions, et maintenant je n'ai qu'à me louer de son zèle, de son activité et de ses procédés à mon égard.

» Le malheur irréparable est d'avoir perdu tant de temps, d'avoir encore été obligé de perdre six semaines à Valence pour y attendre les ordres du roi au capitaine général, quoique le ministre d'État ait assuré l'ambassadeur de France que les ordres avaient dû être envoyés de ses bureaux dès le 14 juin de l'année dernière, comme je l'avais demandé vers ce temps-là. Il en est résulté que j'ai encore manqué les mois du printemps, favorables pour la mesure du grand triangle, qui doit aboutir à Grave en traversant la mer; que cela est à remettre pour l'hiver ou le printemps prochain; que je vais, ou que nous allons avoir à souffrir, pour la mesure des triangles du continent, les plus grandes et dévorantes chaleurs; être exposés à éprouver des retards par les brumes épaisses et presque continuelles que ces chaleurs occasionnent; enfin à tous les orages, tempêtes, pluies et grêles,

---

(1) Comme il ne s'agit pas d'une œuvre littéraire, le transcripteur s'est cru autorisé à corriger quelques-unes des fautes grammaticales qui se trouvent sur l'original.

qui sont si fréquents dans ce pays-ci, et surtout dans les montagnes, en juillet, août et septembre. Il faudra bien s'y soumettre comme l'année dernière, et peut-être que la foudre, la grêle, l'impétuosité des vents respecteront nos frêles habitations sous la toile, au sommet des hautes montagnes.

» Au reste, je vous avoue que, sans désirer la mort, je suis loin de la craindre, que je la verrais sans le plus léger regret s'avancer vers moi; qu'elle me serait un bien, une faveur du ciel, dans l'état où je suis : accablé de chagrins de différentes espèces, ayant vu tous les moyens de succès pour ma mission, que le courage, la constance m'avaient fait prendre, forcer, arracher, s'anéantir successivement; voyant que ce succès est même plus qu'incertain, par différentes raisons qu'il serait trop long d'exposer; et aussi que, supposant ce succès possible, l'éloignement du terme où il pourrait être effectué est si grand qu'il m'accable, me tue, et que je n'en puis supporter l'idée.

» Ma femme en est désolée, au point que j'ai tout à craindre pour sa santé et sa conservation. Mon fils qui est avec moi, sa sœur qui est à Paris, y perdent le temps et les moyens de se faire un état, un sort, un établissement; après moi, ils ne trouveront pas et n'auront pas un denier de fortune. Jamais, non jamais, quoiqu'une grande partie de ma vie se soit écoulée dans le malheur, dans les larmes sur les miens et sur moi-même; jamais, dis-je, je ne me suis trouvé dans une si cruelle position, si inquiétante, si déchirante. Cette malheureuse commission, dont le succès est si éloigné, beaucoup plus qu'incertain, sera plus que probablement ma perte, et ce qui est pis encore, celle de ma famille, mon tombeau et celui de mon honneur. Mais pourquoi vais-je vous entretenir de choses si tristes, si noires, et qui ne me sont que personnelles? Je vous en demande mille pardons : l'amitié en doit un peu aux malheureux! J'ai fini. »

.......................................................................................

» Le 20 septembre 1805, un an environ après avoir écrit la lettre de désespoir dont nous venons de citer un long fragment, Méchain est mort à Castillon-de-la-Plana. Son cadavre a été inhumé dans le cimetière de cette ville. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle du troisième ordre.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note récente (même Volume, p. 419) sur l'équation différentielle du troisième ordre, due à M. Kummer, j'ai montré comment, par des procédés algébriques, on pouvait obtenir en très grand nombre des intégrales rationnelles de cette équation. Je suis arrivé, depuis lors, à ce résultat que les systèmes de valeurs admissibles pour les nombres entiers $m$, $n$, $p$ sont en très petit nombre, et, sauf le cas où deux de ces nombres seraient égaux à 2, *aucun d'eux ne peut dépasser* 9.

» Les lettres P, Q, R, $m$, $n$, $p$ ayant le même sens que dans la Commu-

nication précédente, soient $m', n', p'$ les degrés respectifs des polynômes P, Q, R et $a_1, a_2, \ldots, a_{p'}$ les $p'$ racines de l'équation $R = 0$. Si dans, l'équation différentielle

$$(1) \qquad x(x-1)\frac{d^2y}{dx^2} + [(\delta+\varepsilon)x - \delta]\frac{dy}{dx} + Cy = 0,$$

où l'on a

$$\delta = \frac{m-1}{m}, \quad \varepsilon = \frac{n-1}{n}, \quad C = \frac{1}{4}\left(1 - \frac{1}{p} - \frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right)\left(1 + \frac{1}{p} - \frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right),$$

on fait le changement de variable $x = \varphi(t)$, il résulte des propriétés de cette fonction rationnelle que la nouvelle équation n'aura d'autres points singuliers, outre les points $0, 1, \infty$, que les points $a_1, a_2, \ldots, a_{p'}$, ces derniers avec les mêmes exposants de discontinuité. Il suit de là que la fonction $x = \varphi(t)$ devra vérifier deux équations différentielles du premier ordre de la forme suivante :

$$(2) \qquad \frac{dx}{x^{\delta}(x-1)^{\varepsilon}} = \frac{k\,dt}{t^{\delta'}(t-1)^{\varepsilon'}R^{q}},$$

$$(3) \qquad \frac{\sqrt{C}\,dx}{\sqrt{x(x-1)}} = \frac{\sqrt{\psi(t)}\,dt}{t(t-1)R},$$

$\psi(t)$ étant une fonction entière de $t$ de degré $2p'+2$ au plus. Écartons le cas particulier où les deux nombres $m$ et $n$ seraient égaux à $2$; des équations (2) et (3) on déduit une combinaison algébrique

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{[(2\delta-1)(x-1)+(2\varepsilon-1)x]^2}{4Cx(x-1)} \\ &\quad = \frac{[2(\delta'-1)(t-1)R\psi + 2(\varepsilon'-1)tR\psi + (4q-2)t(t-1)R'\psi + t(t-1)R\psi']^2}{4\psi^3}. \end{aligned} \right.$$

» Le second membre de cette relation est au plus du degré $6p'+6$ et, par suite, le degré de $\varphi(t)$ ne pourra dépasser cette limite. Il en résulte déjà qu'aucun des nombres $m, n, p$ ne pourra dépasser $12$; car, en supposant $m \leqq n \leqq p$, on a toujours

$$pp' > 6p'+6, \quad \text{si} \quad p > 12;$$

on voit aussi que, pour les valeurs $7, 8, 9, 10, 11$ attribuées à $p$, $p'$ ne pourra dépasser les limites $6, 3, 2, 1, 1, 1$.

» On obtient des limites bien inférieures pour $m, n, p, m', n', p'$ au moyen des considérations qui suivent. Si $t = a$ est une racine d'ordre $m$

de multiplicité de l'équation $\varphi(t)=0$ différente de 0, 1, $\infty$, l'équation (3) montre que $t=a$ sera une racine de l'équation $\psi(t)=0$ d'ordre $m-2$ de multiplicité; les racines qui ont une des valeurs 0 et 1 doivent être racines au même degré de multiplicité de $\psi(t)=0$. Enfin, si $\varphi(t)=0$ admet la racine $t=\infty$ au degré $r$ de multiplicité, $\psi(t)$ sera de degré $2p'+2-r$, et l'on trouve des conditions analogues pour les racines de l'équation $\varphi(t)=1$. Inversement toute racine de l'équation $\psi(t)=0$ doit appartenir à l'une des équations $\varphi(t)=0$, $\varphi(t)=1$, et si $\psi(t)$ est d'un degré inférieur à $2p'+2$, l'une de ces équations admettra la racine $t=\infty$. Appelons N, N', N'' les nombres des racines des trois équations $\varphi(t)=0$, $\varphi(t)=1$, $\varphi(t)=\infty$, qui ont l'une des valeurs 0, 1, $\infty$, chacune étant comptée avec son degré de multiplicité; on aura la relation

$$\text{(5)} \qquad N+N'+(m-2)m'+(n-2)n'=2p'+2.$$

» D'autre part, on a les relations évidentes

$$\text{(6)} \qquad \begin{cases} N+mm'=N'+nn'=N''+pp', \\ N+N'+N''\geqq 3, \end{cases}$$

et les relations (5) et (6) entraînent les suivantes, que l'on pourrait aussi établir directement :

$$N+N''+(m-2)m'+(p-2)p'=2n'+2,$$
$$N'+N''+(n-2)n'+(p-2)p'=2m'+2.$$

» L'élimination de N, N', N'' entre les équations (5) et (6) conduit à la nouvelle inégalité

$$(m-3)m'+(n-3)n'+(p-3)p'\leqq 0,$$

qui montre que, si les trois nombres $m$, $n$, $p$ sont supérieurs à 2, on aura forcément

$$m=n=p=3.$$

» Supposons, en second lieu, $m=2$, $n>2$, $p\geqq n$, on aura à rechercher les solutions en nombres entiers et positifs des équations suivantes :

$$M+N'+(n-2)n'=2p'+2,$$
$$N+2m'=N'+nn'=N''+pp',$$
$$N+N'+N''\geqq 3.$$

La discussion de ces équations se fait très facilement et l'on est conduit aux

conclusions suivantes. Dans les cas, en petit nombre, où la somme $\frac{1}{m}+\frac{1}{n}+\frac{1}{p}$ est supérieure ou égale à l'unité, les équations précédentes ne fournissent aucune limite pour les nombres $m'$, $n'$, $p'$, et il existe en effet une série indéfinie d'intégrales rationnelles pour l'équation de Kummer. Si la somme $\frac{1}{m}+\frac{1}{n}+\frac{1}{p}$ est supérieure à l'unité, on sait, d'après le beau Mémoire de M. Schwarz (*Journal de Borchardt*, t. 75), que l'intégrale générale de l'équation hypergéométrique est algébrique. Si la somme $\frac{1}{m}+\frac{1}{n}+\frac{1}{p}$ est égale à l'unité, l'intégrale générale s'exprime au moyen des fonctions elliptiques, et le problème n'est qu'un cas particulier du problème de la transformation des intégrales de première espèce. Enfin, si la somme $\frac{1}{m}+\frac{1}{n}+\frac{1}{p}$ est inférieure à l'unité, les seuls systèmes de valeurs admissibles pour les nombres $m$, $n$, $p$ sont les suivants, en supposant $m < n < p$,

| $m$. | $n$. | $p$. |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 7 |
| 2 | 3 | 8 |
| 2 | 3 | 9 |
| 2 | 4 | 5 |

» Le nombre $p'$ ne peut dépasser 3 dans le premier cas et l'unité dans les trois autres. Il y a donc dans ce cas *un nombre limité d'intégrales rationnelles* pour l'équation de Kummer. J'ai donné dans la Note précédente trois exemples qui se rapportent aux deux premiers cas et au dernier. On peut obtenir directement une identité qui appartient au troisième cas; si dans la formule

$$(x^2+18x-27)^2-64x^3=(x-1)(x-9)^3$$

on pose

$$x=\frac{(t+\alpha)^3}{3\alpha(\alpha-1)t(1-t)},\quad 1-x=\frac{-(t+\alpha^2)^3}{3\alpha(\alpha-1)t(1-t)},$$

où $\alpha$, $\alpha^2$ désignent les racines cubiques imaginaires de l'unité, on aboutit à la nouvelle formule

$$\begin{aligned}&[(t+\alpha)^6+54\alpha(\alpha-1)t(1-t)(t+\alpha)^3-243\alpha^2(\alpha-1)^2t^2(1-t)^2]^2\\&\quad-192\alpha(\alpha-1)t(1-t)(t+\alpha)^9=(t+\alpha^2)^3[(t+\alpha^2)^3-27\alpha(\alpha-1)t(1-t)]^3.\end{aligned}$$

» On aura, pour l'intégrale correspondante,

$$\lambda'=\mu'=\nu'=\tfrac{1}{9}.\text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la décomposition de polynômes qui n'admettent que des diviseurs premiers d'une forme déterminée* [1]. Note de M. **Lefébure**, présentée par M. Hermite.

« Soit $a_S$ le résidu auquel conduit $C^n$, de sorte que

$$C^n \equiv a_S \pmod{p}$$

et par suite

$$C^{n'} \equiv a_{Sn^{t-1}}, \quad C^{2n'} \equiv a_{2Sn^{t-1}}, \quad \ldots, \quad C^{(n-1)n'} \equiv a_{(n-1)Sn^{t-1}} \pmod{p},$$

la relation

$$A^{n-1} + A^{n-2}B + \ldots + AB^{n-2} + B^{n-1} \equiv 0 \pmod{p}$$

et la relation

$$A^n - 1 \equiv 0 \pmod{p},$$

qui se déduit de la précédente, en la multipliant par $A - 1$, deviennent, en remplaçant A et B par leur valeur $C^{n^t}$ et 1,

$$a_{(n-1)Sn^{t-1}} + a_{(n-2)Sn^{t-1}} + \ldots + a_{Sn^{t-1}} + 1 \equiv 0, \quad a_{Sn^t} - 1 \equiv 0 \pmod{p}.$$

Considérons l'un des résidus donnés par la première relation, par exemple $A_{Sn^{t-1}}$, il ne peut être l'unité, car alors cette relation deviendrait

$$n \equiv 0 \pmod{p},$$

ce qui est impossible. De plus, le résidu $a_{Sn^{t-1}}$ élevé à la puissance $n^{\text{ième}}$ est l'unité, en vertu de $a_{Sn^t} - 1 \equiv 0 \pmod{p}$; $a_{Sn^{t-1}}$ est donc nécessairement l'un des résidus de la série $a_{\frac{H}{n}}, a_{\frac{2H}{n}}, \ldots, a_{(n-1)\frac{H}{n}}, a_H$, moins le dernier $a_H$, qui est l'unité. On peut donc poser $a_{Sn^{t-1}} = a_{\frac{\alpha H}{n}}$, $\alpha$ étant un nombre moindre que $n$; deux résidus égaux ont même indice, ou bien la différence de leurs indices est un multiple de H; il en résulte l'égalité

$$Sn^{t-1} = \alpha \frac{H}{n} + \varepsilon H,$$

d'où

$$Sn^t = (a + n\varepsilon)H,$$

mais $\alpha + n\varepsilon$ n'est pas divisible par $n$, car $\alpha$ est moindre que $n$ : donc il faut

(1) *Comptes rendus*, séance du 3 mars.

que H admette le diviseur $n^t$, et par suite que $p$ soit de la forme $H'n^{t+1}+1$, ce qu'il fallait établir.

» On a supposé $B=1$, soit plus généralement $A=C^{n^t}$, $B=D^{n^t}$. Je pose

$$D^n \equiv C^n R^n \pmod{p},$$

ce qui est toujours possible, d'après les propriétés des résidus; on en déduit

$$D^{n^t} \equiv C^{n^t} R^{n^t} \pmod{p}, \quad B \equiv AL \text{ (mod.}$$

en posant $R^{n^t}=L$.

$$A^{n-1}+A^{n-2}B+\ldots+AB^{n-2}+B^{n-1}\equiv 0, \quad A^n-B^n\equiv 0 \pmod{p}$$

deviennent, en remplaçant B par sa valeur et en supprimant $A^{n-1}$, $A^n$ qui ne contiennent pas le facteur $p$,

$$1+L+L^2+\ldots+L^{n-1}\equiv 0, \quad L^n-1\equiv 0 \pmod{p};$$

on est donc ramené au cas précédent. La proposition est ainsi démontrée.

» *Applications :*

$$n=3,\quad A=2^{3^2},\quad B=1,\quad \begin{cases} 2^{18}+2^9+1=262657, \\ 2^{18}-2^9+1=261633=3{,}87211, \end{cases}$$

$$n=3,\quad A=2^{3^3},\quad B=1,\quad 2^{54}+2^{27}+1=18014398643699713;$$

que ces nombres soient premiers ou non, ils doivent être de la forme

$$H'.3^3+1,\quad H'.3^4+1,$$

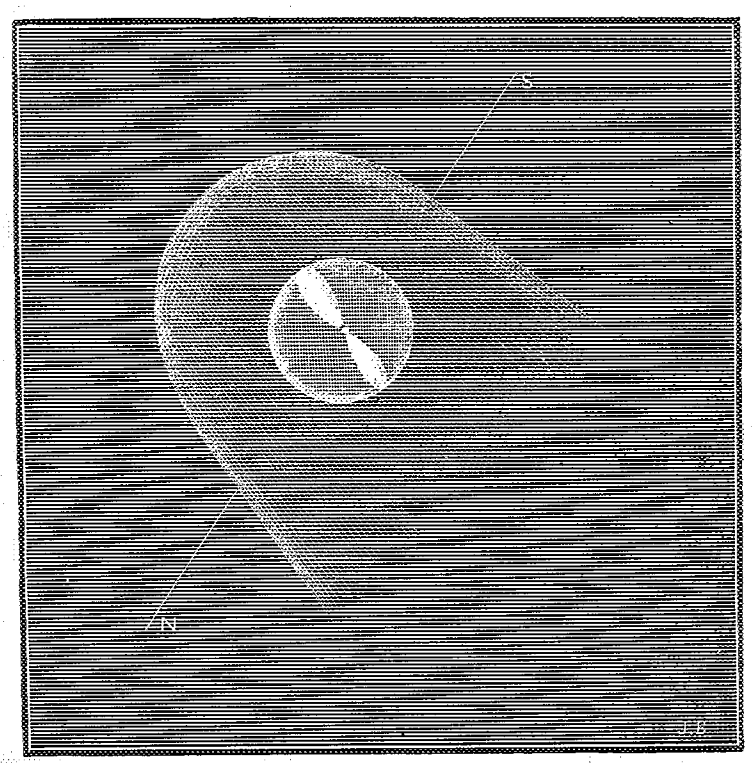
ce qui a lieu. »

ASTRONOMIE. — *Sur la variation singulière du noyau de la comète Pons-Brooks.* Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Faye.

« Je préparais une Note sur une variation singulière que j'avais observée le 19 janvier dans la forme du noyau de la comète Pons-Brooks, lorsque j'ai reçu le numéro du 11 février des *Comptes rendus* où j'ai vu, par un article de M. Perrotin, que le changement survenu le 19 janvier s'était déjà produit le 13 avec les mêmes caractères généraux.

» Le même numéro des *Comptes rendus* contient d'ailleurs une Note de M. Rayet qui signale aussi la variation du 13, observée à deux instruments différents, de sorte qu'il est impossible aujourd'hui de conserver le moindre doute sur la réalité du phénomène. Je demande à l'Académie la permission de faire connaître ici les particularités que j'ai pu observer dans la soirée du 19 janvier et les mesures que j'ai faites à cette occasion.

» Le 13 janvier, ciel couvert; du 13 au 18, rien de particulier, ni dans la forme du noyau, ni dans le spectre de la comète, si ce n'est que la bande la moins réfrangible me paraît plus étendue vers le rouge, et que le spectre continu du noyau, plus brillant que les jours précédents, est visible à une plus grande distance des deux bandes extrêmes. Le 19 janvier, l'aspect du noyau est tellement changé, que l'on croirait volontiers ne plus avoir affaire au même astre. La tête de la comète est alors composée de trois zones, comme le montre le dessin que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. La zone intérieure, la plus brillante, est à peu près circulaire, et remarquable par son aspect laiteux : elle se détache fortement sur la zone contiguë, d'une nuance grisâtre; et après cette deuxième zone, vient la nébulosité ordinaire de la chevelure, limitée dans la région sud-ouest par un arc de parabole.




» Le noyau a subi un allongement considérable; il est formé de deux parties distinctes d'éclat très différent, reliées entre elles par un étranglement très marqué occupant à peu près le centre de la zone circulaire intérieure. La partie australe du noyau, de beaucoup la plus brillante, se termine par un arc d'ellipse très net tangent à la circonférence de la zone; la partie boréale, au contraire, est coupée brusquement à l'extrémité du diamètre, dont la direction coïncide avec celle de l'axe du noyau. Cette direction est presque exactement celle de l'axe de la queue; son angle de position, résultant de cinq mesures, est 66°,5; par cinq mesures aussi, le diamètre de la zone circulaire a été trouvé de 36",2.

» Le lendemain 20 janvier, le noyau de la comète et la nébulosité qui l'entoure avaient repris leur aspect accoutumé. Pendant les jours suivants, jusqu'à la fin de la première semaine de février, j'ai attentivement suivi la comète sans pouvoir découvrir aucun changement pareil à celui du 19. Il s'agit donc là de transformations dont la durée n'a été que de quelques heures. Et c'est là ce qu'il y a de particulièrement remarquable dans le fait en question. Au voisinage du périhélie on pouvait bien s'attendre à des transformations graduelles du noyau, mais c'est, je crois, la première fois qu'on se trouve en présence de variations dans lesquelles on puisse soupçonner l'existence d'une périodicité.

» En comparant mon dessin à celui de M. Thollon, on peut voir que les apparences s'accordent généralement. Je ne puis rien dire du 13 janvier, puisque je n'ai pu observer la comète ce jour-là; d'ailleurs, les observations de Bordeaux sont venues confirmer celles de Nice pour le 13; mais je dois dire que, le 19 janvier, je n'ai pas vu aussi nettement que MM. Perrotin et Thollon le second diamètre lumineux, à peu près perpendiculaire à l'axe du noyau, indiqué dans leur dessin. Le noyau m'a paru, en outre, surtout dans sa partie australe, mieux défini. Mais, sans insister sur ces divergences, qui peuvent dépendre, en grande partie, des conditions instrumentales ou atmosphériques de l'observation, l'accord est satisfaisant, et je suis heureux de pouvoir confirmer dans l'ensemble les faits si curieux que les habiles observateurs de Nice ont le mérite incontestable d'avoir signalé les premiers. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les oscillations barométriques produites par l'éruption du Krakatoa.* Note de M. P. TACCHINI.

« Les Notes de MM. Strachey, Förster et Renou ne laissent point de doute sur le fait de la propagation, autour du globe, des ondes atmosphériques produites par l'éruption du volcan du Krakatoa; j'espère cependant qu'il ne sera pas sans intérêt de communiquer à l'Académie les résultats fournis par l'examen des courbes barométriques de notre petit enregistreur Richard.

» Dans les courbes des 17, 18 et 19 août 1883, j'ai trouvé quatre séries de dentelures bien caractéristiques : ces dentelures sont très serrées, tandis que, dans leurs autres parties, les courbes sont très régulières, en raison

de la condition générale barométrique en Europe. Les temps correspondant aux quatre séries d'oscillations barométriques sont les suivants :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Première série........ | $12^h.7^m$ | du 27 | août 1883 |
| Deuxième série......... | 5. 6 m. | du 28 | » |
| Troisième série......... | 1.48 m. | du 29 | » |
| Quatrième série........ | 4. 0 s. | du 29 | » |

» Les deux premiers temps correspondraient à l'arrivée de l'onde par l'ouest et par l'est à partir du Krakatoa, le troisième et le quatrième au retour de l'onde, après un tour entier autour du globe.

» Le capitaine Raffo, qui commandait le navire génois *l'Adriatico*, a entendu le plus grand bruit et la plus grande secousse du navire à $8^h$ du matin le 27 août, étant à 10° sud et à 105° de longitude est de Greenwich : par conséquent, en tenant compte de la vitesse du son, l'explosion aurait eu lieu à $1^h 31^m$ de Rome. Alors la vitesse de propagation de l'onde dans les deux premiers cas serait de $277^m$ et $296^m$ par seconde, et pour le retour $295^m$ et $318^m$, résultats qui s'accordent avec ceux qui ont été déjà publiés. Naturellement, dans le premier calcul, les résultats sont affectés de l'erreur du temps de l'explosion du volcan; tandis que, dans le second, le point de départ a été donné par le barographe avec une grande précision.

» J'ajouterai que, dans nos courbes, les oscillations barométriques diminuent progressivement, de manière que les dernières du 29, quoique très bien visibles, sont très petites en comparaison des premières. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les lueurs crépusculaires et aurorales de l'hiver de* 1883-1884. Note de M. **Ch. Dufour.**

« Morges (Suisse), 2 mars 1884.

» Les magnifiques lueurs que nous avons eues dernièrement, soir et matin, constituent un fait assez rare et assez remarquable pour qu'il vaille la peine d'y prêter attention.

» Aussi ai-je plusieurs fois observé toutes les phases du phénomène, surtout l'instant où il cessait d'être visible. De cette manière, on peut calculer quelle devait être la hauteur des éléments qui le produisaient; en admettant du moins, ce qui me paraît fort probable, que les lueurs étaient dues à des substances éclairées directement par le Soleil, et non au reflet d'autres objets qui auraient reçu l'éclairement direct.

» Pour la cessation du phénomène, les observations faites du 10 au 15 janvier ont donné des résultats très concordants. Je prendrai comme exemple celles du 10 janvier, effectuées par le beau temps, dans les meilleures conditions, et avec toute la précision possible pour un phénomène de cet ordre. Ce soir-là, pour Morges, situé par 46° 29′ de latitude nord et 4° 9′ de longitude à l'est de Paris, les lueurs crépusculaires ont cessé à $6^h 15^m$ temps moyen de Morges, ou $6^h 7^m$ temps vrai.

» En négligeant la réfraction, qui ne peut modifier notablement le résultat final, on trouve qu'à ce moment le Soleil était à 16° 54′ au-dessous de l'horizon, et que son azimut était de 104° 21′, compté du nord en passant par l'ouest.

» Dans cette direction, le soleil se couchait alors pour un point situé par 40° 6′ 30″ de latitude nord et 17° 29′ de longitude à l'ouest de Paris; c'était sur l'Atlantique, à peu près à mi-chemin entre Oporto et les Açores. Voilà le point où étaient tangents les rayons qui, en continuant leur route, éclairaient, dans les hautes régions de l'atmosphère, les éléments qui formaient les lueurs crépusculaires au moment où, pour nous, elles disparaissaient à l'occident. Le lieu de rencontre des tangentes menées par Morges et par ce point devait être le siège des lueurs. On trouve ainsi qu'il était à une hauteur de $70^{km}$, et par 43° 48′ de latitude nord et 7° 13′ de longitude à l'ouest de Paris; c'est-à-dire au-dessus de la partie méridionale du golfe de Gascogne, près de la limite orientale de la province des Asturies, ou $274^{km}$ à l'ouest de Bayonne.

» On voit donc que les régions illuminées étaient fort éloignées de la surface de la Terre, à une altitude ou l'atmosphère est très raréfiée; il faudra avoir égard à cette circonstance, dans les explications que l'on présentera pour en rendre compte.

» Parmi ces explications, il me semble qu'il faut éliminer de prime abord toutes celles qui attribuent ces lueurs à un phénomène atmosphérique, tel que le passage de la Terre dans la queue d'une comète, ou une effervescence extraordinaire du Soleil lui-même, car, dans ce cas, tous les points du globe les auraient aperçues le même jour, tandis que certains pays les ont vues au commencement de septembre, d'autres en octobre, et, en Suisse, elles ont commencé seulement le 26 novembre.

» Ce qui prouve, d'ailleurs, que le Soleil n'était pas la cause de ces lueurs, c'est que la Lune en produisait aussi; mais elles étaient, naturellement, plus faibles, comme j'ai pu le constater plusieurs fois du 9 au 16 janvier, soit avant la pleine Lune, quand elle se couchait vers $4^h$ ou $5^h$ du

matin, soit après la pleine Lune, quand elle se levait dans la soirée.

» Toutes réserves faites pour les nouvelles idées qui pourraient surgir et pour les nouveaux faits que l'on pourrait découvrir, il me semble que, de tout ce qui a été dit pour expliquer les magnifiques lueurs que nous avons admirées dans l'hiver de 1883-1884, ce qui me paraît le plus probable, c'est que nous avons eu là une conséquence du cataclysme arrivé le 27 août dans le détroit de la Sonde. S'il en est ainsi, je crois que, pour nous arriver, les poussières et les gaz lancés par le Krakatoa ont passé par l'océan Pacifique, l'Amérique et l'océan Atlantique, plutôt que par l'Inde et l'Égypte, ce qui serait cependant le plus court chemin. Cela me paraît conforme à l'effet de la rotation de la Terre, et conforme aussi aux observations qui ont été faites sur le moment de l'apparition des lueurs, puisqu'on les a vues aux îles Sandwich et en Amérique avant de les voir en Europe, et qu'en Europe elles ont passé plus tard en Suisse qu'en Angleterre.

» Pour appuyer l'idée que ces lueurs crépusculaires étaient dues à des substances lancées par le Krakatoa, on a dit qu'en 1831 on avait eu quelque chose de pareil, après les phénomènes volcaniques qui avaient accompagné l'émersion de l'île Julia; mais, en outre, en 1831, il y a eu, sur une grande partie de l'Europe, des brouillards secs attribués à la même cause.

» Et l'on aurait pu ajouter que, précisément un siècle avant la catastrophe de Java, en 1783, une grande partie de l'Europe et le bassin de la Méditerranée furent couverts par un brouillard analogue, légèrement lumineux pendant la nuit. Ce brouillard, très bien observé par de Saussure, dura environ deux mois. Dans les beaux jours d'été, depuis les bords du lac Léman, on ne voyait pas les montagnes de la Savoie, distantes seulement de 14 ou $15^{km}$, et au mois d'août, à $10^h$ du matin, on pouvait, sans fatigue, regarder le Soleil à l'œil nu. On a d'abord voulu l'attribuer au passage de la Terre dans la queue d'une comète; on renonça à cette explication, quand on apprit que, sur une grande partie du globe, le brouillard n'existait pas.

» Mais on était encore dans une année remarquable par de grands bouleversements de l'écorce terrestre, puisque c'est en 1873 qu'eurent lieu les terribles tremblements de terre de la Calabre, et que les volcans de l'Islande firent des éruptions qui ressemblaient un peu à celle du Krakatoa; dès lors, on a généralement attribué ces brouillards lumineux à la poussière ou à la fumée lancée par les volcans.

» Il est vrai que, dernièrement, nous avons eu des lueurs dans les hautes régions de l'atmosphère, et non pas des brouillards dans les régions inférieures, mais cela s'explique par l'éloignement du lieu d'émission.

» A une distance relativement faible du volcan, il peut y avoir encore des débris de poussière d'un certain volume et d'un certain poids, qui se rapprochent de la Terre, tandis que, à une distance beaucoup plus grande, il n'arrive plus que des éléments beaucoup plus légers, qui se manifestent plutôt par l'illumination de l'atmosphère que par la présence du brouillard.

» La grande objection qu'on peut faire à ceci, c'est la faible densité des couches d'air dans lesquelles ces matières restent en suspension. En effet, à la hauteur de $70^{km}$, et sans même tenir compte de l'abaissement de la température qui aurait pour conséquence de diminuer encore le résultat, on trouve que la pression de l'air doit être seulement de $0^{mm},12$. C'est bien peu, pour tenir en suspension des substances quelconques; cependant, ce n'est pas là une impossibilité absolue, et, dans tous les cas, quelle que soit la cause qui a produit les lueurs, d'après les calculs indiqués plus haut, cette cause a dû se manifester à une altitude de $70^{km}$ environ. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Méthode pour la mesure du coefficient de dilatation cubique de substances solides en fragments très petits.* Note de M. **J. Thoulet**, présentée par M. Berthelot.

« Pour mesurer le coefficient de dilatation cubique de substances en fragments très petits, j'emploie la dissolution d'iodure de mercure dans l'iodure de potassium, qui m'a déjà servi à trier les éléments non ferrugineux des roches et à prendre la densité de minéraux en fragments à peine visibles. Cette liqueur, selon son état de concentration, peut atteindre une densité de 3,1; mais, à cause des nombreux inconvénients inhérents à l'usage des liqueurs sursaturées, il est plus prudent de lui laisser seulement une densité comprise entre 2,75 et 2,85. M. Victor Goldschmidt, dans une remarquable thèse inaugurale, s'est livré à l'étude détaillée de cette liqueur, et, entre autres recherches, il a mesuré son coefficient de dilatation pour un certain nombre de densités déterminées. Il a ainsi dressé le Tableau suivant :

| $d$. | $\alpha$. | $d$. | $\alpha$. |
|---|---|---|---|
| 3,2 | 0,0004718 | 2,3 | 0,0005253 |
| 3,1 | 0,0004875 | 2,2 | 0,0005217 |
| 3,0 | 0,0005032 | 2,1 | 0,0005182 |
| 2,9 | 0,0005189 | 2,0 | 0,0005147 |
| 2,8 | 0,0005222 | 1,9 | 0,0004986 |
| 2,7 | 0,0005256 | 1,8 | 0,0004824 |
| 2,6 | 0,0005289 | 1,7 | 0,0004662 |
| 2,5 | 0,0005323 | 1,6 | 0,0004501 |
| 2,4 | 0,0005289 | 1,5 | 0,0004340 |

» On place le solide, dont on veut mesurer le coefficient de dilatation cubique, dans une éprouvette contenant de la liqueur d'iodure concentrée, et l'on ajoute de l'eau jusqu'au moment où le corps reste en équilibre parfait, sans monter ni descendre au sein du liquide qui le baigne. A ce moment la densité de la liqueur et celle du corps sont absolument égales. On note la température $t$ et la densité $d$ de la liqueur. On ajoute alors une petite quantité de liqueur concentrée et l'on prend la nouvelle densité D. Comme $D > d$, il en résulte que le corps remonte et se maintient à la surface du liquide. On élève lentement et régulièrement la température; la liqueur se dilatant plus vite que le corps, à une certaine température $t'$, sa densité, qui était d'abord plus grande que celle du corps, lui deviendra égale, et le solide se mettra de nouveau en équilibre. Quand on aura noté cette température $t'$, on possédera toutes les données nécessaires pour calculer le coefficient de dilatation du corps.

» En effet, à $t$, la densité du corps est $d$; nous donnons à la liqueur à $t$ la densité D, et nous chauffons à $t'$; cette densité devient D' : on a

$$\frac{D'}{D} = \frac{1}{1+\alpha(t'-t)},$$

d'où

$$D' = \frac{D}{1+\alpha(t'-t)}.$$

» Or $d$ et D' représentent respectivement la densité du corps à $t$ et à $t'$. Le volume du corps à $t$ étant 1, à $t'$ ce volume sera V et l'on aura la relation

$$\frac{1}{V} = \frac{D'}{d} = \frac{D}{[1+\alpha(t'-t)]d},$$

d'où

$$V = \frac{[1+\alpha(t'-t)]d}{D}.$$

» L'augmentation de volume du corps est donc $V - 1$ pour un nombre de degrés représenté par $t' - t$, soit pour 1° dans cet intervalle de température $\frac{V-1}{t'-t}$, valeur qui est précisément celle du coefficient de dilatation cubique du corps, de sorte qu'on pourra poser

$$K = \frac{V-1}{t'-t} = \frac{[1+\alpha(t'-t)]d - D}{(t'-t)}.$$

» Je procède aussi en établissant d'abord l'équilibre du corps dans la liqueur refroidie dans un bain d'eau de la Ville, dont la température peut

être considérée comme suffisamment constante, laissant réchauffer à l'air et prenant la densité à la température ambiante, puis rétablissant l'équilibre toujours à la température ambiante, par une addition de liqueur concentrée, et enfin reprenant la densité à cette même température. Quelle que soit la méthode employée, variable d'ailleurs avec la saison et les conditions dans lesquelles on se trouve, on voit qu'il suffit de la mesure de deux densités et deux températures, pour trouver le coefficient de dilatation d'un corps.

» S'il s'agit d'un corps isotrope, le tiers de la valeur trouvée représentera le coefficient de dilatation linéaire ; dans le cas de cristaux uniaxes, la valeur trouvée sera la somme du coefficient de dilatation linéaire suivant l'axe, plus deux fois le coefficient perpendiculairement à l'axe; enfin, s'il s'agit de cristaux biaxes, cette valeur est égale à la somme des trois coefficients principaux.

» Les températures seront mesurées au $\frac{1}{20}$ de degré.

» Si le corps est plus dense que la liqueur à son maximum de concentration, on l'enferme dans un flotteur plus léger, dont on connaît le coefficient de dilatation et qui laisse libre accès à la liqueur environnante. On opère alors comme précédemment.

» Pour ne citer qu'un exemple de la sensibilité de la méthode, le quartz m'a donné pour coefficient 0,0000357 de 19° à 45°,6, tandis que M. Fizeau trouve 0,0000361 9.

» Le procédé s'emploiera avec avantage pour mesurer le coefficient de dilatation cubique des roches, même en lamelles préparées pour l'observation microscopique. Avec de très légères modifications, il pourrait s'appliquer aux liquides et deviendrait analogue à la méthode d'Angström pour la mesure de la dilatation maximum de l'eau. »

ÉLECTRICITÉ. — *Actions de deux parties consécutives d'un même courant.* Note de M. A. **Buguet**, présentée par M. Debray.

« Dans l'équipage qu'Ampère employait pour cette expérience bien connue, nous distinguerons les deux branches principales, qu'il n'a pu isoler de parties accessoires formées d'une branche horizontale et de deux verticales. Sur ces diverses parties agissent : 1° le courant des rigoles; 2° la Terre. Dans l'expérience ordinaire, les actions des rigoles sur les parties principales et accessoires concourent à pousser l'équipage dans le même sens; l'action de la Terre dépend de l'orientation.

» La disposition suivante permet de faire la part de chacune de ces influences.

» L'appareil, décrit dans le *Journal de Physique* (1883, p. 462), comprend les deux rigoles disposées suivant deux circonférences concentriques; au centre, un axe autour duquel tourne, relié à lui, l'équipage d'Ampère, reposant sur le mercure des rigoles. Il acquiert ainsi une stabilité que ne donne pas la disposition ordinaire.

» Les deux nappes mercurielles sont interrompues aux extrémités d'un même rayon, par des cloisons isolantes que l'équipage franchira aisément, grâce aux ménisques mercuriels qui s'élèvent sur leurs bords. Les rhéophores pourront être amenés de part ou d'autre de ces cloisons; plaçons-les d'un même côté.

» 1° Si les anches principales de l'équipage sont dirigées vers les rhéophores, les conditions de l'expérience d'Ampère seront réalisées.

» Or on observe une rotation continue dans le sens de la répulsion indiquée par Ampère, quel que soit le sens du courant, que l'on peut renverser à l'aide d'un commutateur. Il en résulte que l'action de la Terre n'est pas la cause déterminante du phénomène, puisque le courant a pu être renversé et que l'équipage prend successivement toutes les positions par rapport au courant terrestre.

» Reste encore l'action du courant des rigoles sur les parties accessoires.

» 2° Faisons passer les rhéophores de l'autre côté des cloisons. Les branches principales n'ayant avec le mercure de contacts conducteurs qu'à leurs extrémités, le courant parcourra ces branches en sens inverse de celui qu'il a dans les rigoles. D'après le raisonnement d'Ampère, les rigoles devront attirer ces courants contraires, tandis que leur action sur les parties accessoires est, comme plus haut, répulsive.

» L'équipage marche dans le sens de l'attraction, dès que le courant est assez intense pour triompher de l'action de la Terre, dont nous reparlerons plus loin, et l'on obtient une rotation continue dans le même sens que plus haut, quel que soit le sens du courant.

» 3° Il suffit d'enlever les cloisons isolantes pour faire intervenir à la fois attraction et répulsion, et pour se rendre compte de l'importance des branches principales.

» Le courant se bifurque alors en arrivant aux rigoles; une partie prend à droite, l'autre à gauche.

» *a*. Réduisons l'équipage à la partie que nous avons appelée *accessoire*.

» Si la Terre était sans action, l'équipage se porterait à l'autre extrémité du diamètre où arrive le courant. Si la Terre agissait seule, l'équipage se placerait à l'est ou à l'ouest du méridien magnétique, en une position dépendant des longueurs relatives des branches horizontale et verticales.

» Disposons dans le méridien magnétique le diamètre où arrive le courant, les rhéophores vers le nord.

» L'équipage prend une position d'équilibre stable, à l'est ou à l'ouest, suivant que le courant est centrifuge ou centripète dans la branche horizontale; il se rapproche d'autant plus du midi que le courant est plus intense.

» On comprend qu'ici, comme dans toutes ces expériences, l'action des rigoles sur l'équipage croît avec l'intensité du courant beaucoup plus vite que celle de la Terre.

» *b*. Ajoutons maintenant à l'équipage ces branches que nous appelons *principales*, elles seront attirées d'un côté, repoussées de l'autre par les courants bifurqués, et, si courtes soient-elles, elles imprimeront à la position d'équilibre de l'équipage un déplacement considérable dans le sens de cette double action. Dès qu'elles auront une longueur suffisante, elles donneront une rotation continue et très rapide.

» Ces expériences montrent, entre autres, comme M. Izarn l'a fait dernièrement avec d'autres dispositions, que, si dans l'expérience d'Ampère diverses influences entrent en jeu, la plus considérable est bien celle qu'on signale seule d'ordinaire. »

OPTIQUE. — *Sur le spectre d'absorption de l'eau.* Note de MM. **J.-L. Soret** et **Éd. Sarasin.**

« La Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève a chargé dernièrement une Commission spéciale [1] de faire des recherches sur la couleur et la transparence des eaux du lac de Genève. Cette Commission nous a remis le soin de faire certaines études préparatoires, se rapportant à l'analyse spectrale des radiations transmises par une couche d'eau plus ou moins épaisse. Ce travail préliminaire nous a conduits à un résultat nouveau, croyons-nous, et digne d'être signalé.

» Entre le spectroscope et la source lumineuse, qui était tantôt une

---

[1] Cette Commission est composée de MM. Phil. Plantamour, J.-L. Soret, Luc. de la Rive, C. de Candolle, Éd. Sarasin, Herm. Fol, R. Pictet, A. Rilliet et C. Soret.

lampe à gaz, tantôt la lumière solaire réfléchie par un héliostat, nous disposions un ou plusieurs tubes, fermés à leurs deux extrémités par des lames de verre planes, et remplis d'eau de diverses provenances. Nous avons employé d'abord quatre tubes de verre de $1^m,10$ de longueur et de $0^m,05$ de diamètre environ.

» L'interposition d'un seul de ces tubes ne produisait pas sur le spectre de modification appréciable, si ce n'est un affaiblissement général de l'éclat lumineux; mais avec deux tubes, c'est-à-dire avec une épaisseur d'eau d'un peu plus de $2^m$, nous avons vu apparaître dans l'orangé une bande obscure, très faible et étroite, un peu moins réfrangible que la raie D, au cinquième environ de l'intervalle compris entre D et C, plus près de D, correspondant à peu près à la longueur d'onde 600.

» Avec trois tubes, l'effet reste le même, mais la bande obscure est un peu plus marquée et l'absorption augmente à l'extrémité rouge du spectre. Avec quatre tubes, soit avec une épaisseur totale de près de $4^m,50$, la bande d'absorption s'obscurcit encore, mais reste toujours d'un gris peu foncé, et le bord du spectre dans le rouge se rapproche d'elle.

» Nous avons opéré sur des eaux de différentes provenances : eau du Rhône, telle qu'elle est débitée par les conduites d'eau de la ville de Genève, eau de l'Arve prise dans la canalisation de la banlieue de Genève, eau distillée; le spectre d'absorption tel qu'il vient d'être décrit est toujours resté le même, avec sa bande caractéristique. Nous l'avons observé très nettement, en particulier, en employant deux tubes pleins d'eau distillée, préparée avec le plus grand soin, comme suit : de l'eau distillée ordinaire du laboratoire de Chimie a été additionnée d'une petite quantité de permanganate de potasse, puis distillée à nouveau, très lentement, dans un alambic à chaudière de platine et à réfrigérant en cuivre étamé. Cette eau ne pouvait plus guère contenir que des traces infinitésimales de silice, provenant du verre dans lequel elle avait été contenue, ou de petites quantités de gaz dissous. Il semble donc difficile d'attribuer la bande observée à l'action d'impuretés du liquide, et il est très probable qu'elle est réellement due à une absorption élective de l'eau.

» Le spectre d'absorption restait encore le même lorsque, au moyen d'une lentille à long foyer et de diaphragmes, nous évitions toute réflexion sur les parois de verre des tubes, ou lorsque, au lieu des quatre tubes de verre, nous employions un tube de laiton de $4^m$ de longueur, également plein d'eau. L'effet cessait en revanche avec les quatre tubes de verre vides, munis des lames de verre terminales. Ces diverses expériences de contrôle montrent

donc que la bande obscure n'est pas due à l'action des parois du tube ou à celle des lames de verre que la lumière doit avoir à traverser.

» Si cette bande n'a pas été aperçue par les divers physiciens, tels que le R. P. Secchi et M. H.-C. Vogel, qui se sont occupés du spectre de l'eau, cela tient sans doute à ce que, dans les conditions de leurs observations, le rouge et l'orangé étaient trop affaiblis, soit par la grande puissance de la couche d'eau traversée, soit par défaut d'une intensité lumineuse suffisante.

» Au travers de $4^m$ et même de $8^m$ d'eau, nous n'avons pas distingué la bande entre E et $b$, que M. Vogel a signalée dans la lumière de la grotte de Capri. Cela semblerait indiquer que cette bande, dans le vert jaune, est due à quelqu'une des substances en dissolution dans l'eau de mer. »

CHIMIE. — *Action des effluves électriques sur l'oxygène et l'azote en présence du chlore*. Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Chappuis**, présentée par M. Debray.

« Nous avons signalé, en 1881, la propriété que possèdent les effluves électriques de détruire l'ozone mélangé à une petite quantité de chlore, et l'impossibilité où l'on se trouve de préparer l'ozone en présence du chlore. En cherchant à découvrir la nature du composé chloré instable qui détermine cette transformation, nous avons observé des faits qui se rattachent intimement à l'histoire de l'acide perazotique.

» Un mélange d'oxygène et de chlore, tous deux chimiquement purs, traverse un appareil à effluves sans être modifié d'une façon apparente, tandis que le même mélange, auquel on ajoute des traces d'azote, laisse sur les parois de l'espace annulaire un léger dépôt blanchâtre.

» La matière solide, d'un blanc laiteux, produite dans ces conditions, augmente graduellement d'épaisseur et donne naissance, si l'expérience est prolongée plus de dix heures, à des arborisations analogues à celles que présentent les cristaux de glace, ou bien même à des druses de cristaux translucides teintés légèrement de jaune verdâtre. Ces modifications, dans la forme du dépôt pendant la préparation, prouvent que ce composé est volatil dans un courant de gaz à la température à laquelle les parois de l'appareil sont portées par le passage de l'effluve. Sa tension de vapeur est cependant presque nulle à 15°, ce qui permet de faire le vide sur ce solide sans perte sensible. Mais, en établissant une différence notable de température entre les deux tubes concentriques de l'appareil à effluves,

on peut faire passer le dépôt cristallisé alternativement de la paroi du tube extérieur à la paroi du tube intérieur, ou inversement : ce transport dans le vide sec par volatilisation et condensation permet d'enlever aux cristaux les matières étrangères encore indéterminées. Le produit destiné à l'analyse a été traité par cette méthode à la température de 80°.

» Purifié et cristallisé, ce composé résiste à la température de 100°, mais il se décompose rapidement à 105°, sans fondre, en donnant des vapeurs d'acide hypoazotique. La formation de cet acide prouve que la combinaison nouvelle est azotée, et que, par suite, l'azote que nous avons employé dans sa préparation n'a pas uniquement servi à faire acquérir aux décharges électriques le mode particulier qui convient pour effectuer la combinaison directe de l'oxygène avec le chlore.

» Ce produit attire rapidement l'humidité et fournit des gouttelettes liquides très acides. Les sels obtenus en saturant cet acide par la potasse ou la baryte se conduisent, vis-à-vis des réactifs, comme un mélange de nitrate et de perchlorate.

» L'analyse par le cuivre chauffé au rouge a permis de s'assurer que les cristaux ne contenaient pour $1^{éq}$ d'azote que $1^{éq}$ de chlore, ainsi que le prouvent les résultats suivants :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Azote | 9,01 | Az | 9,12 |
| Chlore | 22,71 | Cl | 22,80 |
| Oxygène (par différence). | 68,28 | $O^{13}$ | 68,08 |
| | 100,00 | | 100,00 |

» Nous avons essayé de déterminer directement l'oxygène en analysant le mélange gazeux obtenu en décomposant dans le vide les cristaux par la chaleur seule. La potasse monohydratée, en agissant sur ce mélange ($AzO^4$, $ClO$), laisse un résidu qui correspond à un peu plus des $\frac{7}{13}$ de l'oxygène total : ce qui confirme le résultat déduit de l'analyse par le cuivre, si l'on admet qu'il ne peut se former de l'azotite de potasse dans les conditions de l'expérience.

» Ce composé $AzClO^{13}$ ($AzO^6$, $ClO^7$) n'est pas le seul qu'on puisse réaliser par les effluves électriques avec ces éléments, mais c'est le plus facile à isoler et le plus stable.

» Il y a lieu de penser que le brome et l'iode peuvent également se combiner à l'azote et à l'oxygène et que les proportions considérables d'oxygène que ces corps halogènes semblent fixer y sont retenus avec de l'azote, élément dont il est difficile d'éviter complètement la présence dans les préparations des acides suroxygénés du brome et de l'iode. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations sur la formule de quelques sels ammoniacaux.* Note de M. R. ENGEL, présentée par M. Wurtz.

« Les aldéhydes ont une tendance à former avec l'eau des hydrates qui sont les alcools bivalents dont les acétals sont les éthers. M. Berthelot a montré que l'aldéhyde ordinaire dégage, en se dissolvant dans l'eau, une grande quantité de chaleur, $3^{cal},62$ pour $44^{gr}$ d'aldéhyde se dissolvant dans 50 parties d'eau.

» Les hydrates de quelques aldéhydes (chloral, butylchloral, bromal) sont des corps cristallisés parfaitement définis. Par analogie, on peut prévoir l'existence d'un hydrate de l'acide glyoxylique COH, COOH, qui serait l'acide dioxyacétique $CH(OH)^2, COOH = C^2O^4H^4$.

» De fait, M. Debus avait d'abord assigné à l'acide glyoxylique cette dernière formule, d'après l'analyse de ses sels. Plus tard, apercevant les relations qui existent entre l'acide glyoxylique, l'acide glycolique et l'aldéhyde, il considéra l'acide glyoxylique comme un acide aldéhyde ayant pour formule COH, COOH, et cette formule fut acceptée par tous les chimistes, à l'exception de MM. Perkin et Duppa et de M. Schreiber. Les ouvrages les plus récents (Dictionnaire de M. Fehling, Dictionnaire de M. Wurtz, Traités de MM. Berthelot et Jungfleisch, de M. Beilstein, de M. E. von Meyer, etc.) admettent tous, la plupart sans même la discuter, la formule $C^2O^3H^2$ pour l'acide glyoxylique.

» On peut opposer à cette formule ce fait important que tous les glyoxylates renferment une molécule d'eau qu'ils ne perdent qu'en se décomposant. Un seul sel, le sel ammonique, a pour formule $C^2O^3HAzH^4$; mais cette exception me paraît comporter une explication que confirment d'autres faits de même ordre et sur laquelle je reviendrai plus loin.

» Quant aux autres arguments qui ont été donnés en faveur de la formule $C^2H^2O^3$, il n'en est aucun qui soit concluant.

» Ainsi :

» 1° L'acide glyoxylique se combine avec les bisulfites alcalins comme les aldéhydes, en donnant des composés ayant pour formule générale $C^2O^3HNa, SO^3HNa$ (Strecker); mais l'hydrate de chloral se combine de même avec les bisulfites alcalins en perdant de l'eau;

» 2° Deux oxyhydryles ne peuvent être attachés au même charbon (Frankland). C'est là un argument qui préjuge la question. S'il est vrai que l'hydrate d'aldéhyde est inconnu, on connaît, d'autre part, l'hydrate de

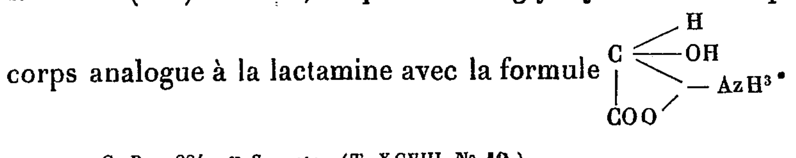
chloral, corps dans lequel entrent des éléments électronégatifs comme dans l'acide glyoxylique.

» 3° Lorsqu'on chauffe l'acide glyoxylique avec de l'alcool, on obtient de l'éther diéthyloxylique (Perkin), tandis qu'un acide-alcool, l'acide glycolique par exemple, ne se comporte pas d'une manière analogue (E. von Meyer). Mais il n'est pas permis de conclure de ce qui se passe pour un corps qui est alcool monovalent à ce qui peut se passer pour un alcool bivalent, dont les deux oxhydryles sont attachés au même charbon et qui par suite peut facilement perdre de l'eau.

» MM. Otto et Beckurtz ont traité le glyoxylate de potassium par le chlorure de dichloracétyle et ont obtenu un mélange d'acide dichloracétique et d'acide glyoxylique. Or, d'après les auteurs, si ce dernier acide était de l'acide dioxyacétique, on aurait dû obtenir un anhydride mixte d'acide dioxyacétique et d'acide dichloracétique. Mais il y a lieu de remarquer que le chlorure de dichloracétyle est un agent de déshydratation. Le chlorure d'acétyle, par exemple, enlève de l'eau à l'hydrate de chloral, en se transformant en acide acétique, et si l'on remarque que MM. Otto et Beckurtz ont fait agir à la température ordinaire $1^{mol}$ de chlorure de dichloracétyle sur $1^{mol}$ de glyoxylate de potassium, il ne paraîtra pas étonnant que, en reprenant finalement les produits de la réaction par l'eau, ils aient obtenu les acides dichloracétique et glyoxylique. Un seul argument subsiste donc. Le glyoxylate ammonique a pour formule $C^2HO^3AzH^4$, et ce serait un véritable sel ammonique, car il perd son ammoniaque à froid sous l'influence de la potasse et fait avec les autres sels la double décomposition, comme les sels ammoniques.

» Or j'ai établi, dans une précédente Communication, qu'en chauffant le lactate ammonique, on obtient à côté de la lactamide un autre corps dérivant du lactate ammonique par perte d'eau et que ce corps, auquel j'ai donné le nom de *lactamine*, se comporte, en présence de l'eau, comme le lactate ammonique. Il précipite notamment à froid et immédiatement le chlorure de platine, ce que ne fait pas la lactamide.

» L'acide glyoxylique et tous les glyoxylates renfermant $1^{mol}$ d'eau, on reste d'accord avec la réalité des faits, en assignant aux glyoxylates la formule $CH(OH)^2COOM'$, auquel cas le glyoxylate ammonique devient un

corps analogue à la lactamine avec la formule 

» Cette conclusion paraîtra plus conforme encore à la vérité si l'on remarque qu'un autre acide, l'acide mésoxalique, et tous ses sels renferment, comme l'acide glyoxylique, une molécule d'eau qu'ils ne perdent qu'en se décomposant. L'acide mésoxalique ne doit donc pas être formulé COOH, CO, COOH, mais bien COOH, $C(OH)^2$COOH. Il devient ainsi l'acide dioxymalonique. Ici encore le sel ammonique seul fait exception. Il renferme une molécule d'eau de moins que les autres mésoxalates et doit par suite être rapproché de la lactamine et de la glyoxylamine.

» Enfin, certaines aldéhydes-sulfites ammoniques renferment de même une molécule d'eau de moins que les autres aldéhydes-sulfites correspondants. Le glyoxal-sulfite de sodium, par exemple, a pour formule brute $C^2H^2O^2, 2(SO^3HNa) + H^2O$, tandis que le glyoxal-sulfite d'ammonium, d'après les analyses de Debus, a pour formule $C^2(AzH^4)^2O^2, 2SO^2 + H^2O$. La formule $C^2H^2O^2 + 2(SO^3HAzH^4)$, que certains ouvrages assignent au glyoxal-sulfite d'ammonium, est absolument opposée aux faits. Scheff, de son côté, a obtenu l'aldéhyde-sulfite ammonique avec une molécule d'eau de moins que les sels alcalins correspondants.

» Or les aldéhydes-sulfites sont comparables aux lactates et aux sels des $\alpha$-oxyacides. En effet, l'aldéhyde-sulfite ammonique et le lactate d'ammoniaque peuvent être respectivement formulés :

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CHOH \\ | \\ SO^3AzH^4 \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CHOH \\ | \\ CO^2AzH^4 \end{array}$$

et, par suite, donner lieu à des réactions semblables.

» Cet ensemble de faits me paraît justifier les conclusions suivantes :

» 1° Les glyoxylates métalliques ont pour formule générale

$$CH(OH)^2COOM$$

et non la formule qu'on leur attribue généralement, CHOCOOM.

» 2° Aux acides alcools de formule $\begin{pmatrix} CHOH \\ COOH \end{pmatrix}'$ répond un groupe particulier de composés azotés qui ne sont ni des sels ammoniacaux, puisqu'ils en diffèrent par une molécule d'eau en moins, ni des amides, puisqu'ils se comportent comme des sels ammoniacaux dès qu'ils sont mis en présence de l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observation relative à une Note de M.* Calmels *sur le venin des Batraciens;* par MM. **A. Gautier** et **Étard.**

« Dans son intéressante Note sur le venin des Batraciens, insérée récemment aux *Comptes rendus* (¹), M. Calmels annonce que les carbylamines se produisent par le dédoublement des acides isocyanacétique et homologues, préexistant dans ces venins. Il pense, en outre, que ces mêmes carbylamines peuvent se rencontrer parmi les produits de la putréfaction, et concourir à la constitution de certaines ptomaïnes. Nous désirons rappeler que, dans notre Note à l'Académie du 12 juin 1882, nous avions annoncé déjà que les carbylamines existent parmi les dérivés des albuminoïdes séparés par les bactéries putrides, et qu'elles apparaissent, en particulier, lorsqu'on traite par la potasse l'extrait chloroformique, dans le but de mettre les ptomaïnes en liberté.

» Nous sommes heureux que le beau travail de M. Calmels vienne apporter sur ce point une confirmation et un complément à nos propres observations. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur les vaisseaux de Malpighi chez les Lépidoptères.* Note de M. **Cholodkovsky**, présentée par M. Ém. Blanchard.

« On ne connaît qu'un petit nombre d'Insectes n'ayant que deux vaisseaux malpighiens : quelques *Coccides* des genres *Coccus*, *Lecanium*, *Aspidiotus*. J'ai aussi récemment démontré que la *Teigne ordinaire* (*Tineola biselliella*, Hummel) n'a que deux vaisseaux malpighiens. Les vaisseaux malpighiens de la Teigne ordinaire se présentent sous la forme de deux tubules assez gros, qui font quelques replis dans la cavité abdominale suivant les deux côtés du canal digestif, se terminant chacun par un élargissement séparé à la limite de l'estomac et de l'intestin. Les bouts de ces tubules flottent dans la cavité abdominale. Le fait de l'existence de deux tubes malpighiens chez la Teigne est d'autant plus étrange, que tous les Lépidoptères ont toujours six vaisseaux malpighiens et qu'en général l'anatomie des espèces de cet ordre de la classe des Insectes est plus uniforme que dans les autres ordres. M. Suckow a décrit quatre vaisseaux malpighiens chez le *Pterophorus pentadactylus* et l'*Hyponomenta evonymella;* pourtant les

(¹) *Comptes rendus*, p. 536 de ce Volume.

recherches nouvelles (Schindler) ont démontré que les observations de M. Suckow sont inexactes et que les Insectes en question ne font pas d'exception au type général. J'ai eu aussi l'occasion de disséquer le *Pterophorus* et l'*Hyponomenta* et j'ai constaté que ces Lépidoptères ont six vaisseaux malpighiens. En faisant des recherches sur l'anatomie comparée des Lépidoptères, pendant l'été de 1883, entre autres, j'ai disséqué plus de trente espèces de divers Microlépidoptères. Une de ces espèces, la Teigne (*Blabophanes*) *rusticella*, Hl., possédait deux vaisseaux malpighiens, de même que la *Tineola biselliella* (probablement *Tinea pellionella*, Lin.), mais cet Insecte étant plus fort que le précédent, ces relations tout à fait semblables se manifestaient avec plus de clarté. Ainsi on assure que les Lépidoptères, ces Insectes si uniformes dans leur anatomie, offrent des particularités dans la construction d'un des organes principaux; ce qu'on ne rencontre guère dans les autres ordres de la classe des Insectes. L'anatomie des Tinéines et des Microlépidoptères en général est fort peu connue, et peut-être ce groupe de petits Insectes fournira beaucoup de faits intéressants.

» Autrefois j'ai montré que la chenille de la Teigne ordinaire (dont j'ai aussi examiné un grand nombre d'individus) a six vaisseaux malpighiens, comme les larves de tous les autres Lépidoptères. A mon regret, n'ayant pas eu l'occasion d'étudier les métamorphoses de la *Tineola biselliella* et de la *Tinea rosticella*, je suppose que les vaisseaux malpighiens de la chenille disparaissent par l'histiolyse dans la phase de chrysalide et que les deux vaisseaux de l'adulte sont de nouvelles formations.

» Les recherches de MM. Rathke, Fritz Muller, Ulianin, etc., ont suffisamment démontré que le petit nombre des vaisseaux malpighiens porte un caractère primitif et qu'avec le développement progressif de l'organisme pendant ses métamorphoses le nombre de ses vaisseaux s'augmente, soit par la ramification des premiers vaisseaux, soit par l'histiolyse des premiers et par l'accroissement des nouveaux vaisseaux plus nombreux. Chez la Teigne nous trouvons justement le contraire. Le nombre des vaisseaux malpighiens de la chenille est triple de celui des Insectes adultes. Le nombre *deux* est le plus petit nombre des vaisseaux malpighiens que nous pouvons admettre aux Insectes; et il est fort probable que les aïeux éloignés des Hexapodes avaient justement ce nombre de vaisseaux, quoique M. Paul Mayer (¹) suppose que ces aïeux n'avaient pas moins de quatre

---

(¹) PAUL MAYER, *Ueber Anatomie und Phytogenie der Insekten* (*Jenaische Zeitschrift*, Band 10, Heft 2, p. 142).

vaisseaux. S'il en est ainsi, alors la *Tineola biselliella* retourne dans son développement au type des aïeux encore plus éloignés. Nous avons devant nous un phénomène d'*atavisme*, et encore un phénomène d'un genre tout à fait exceptionnel. Ordinairement, les phénomènes de l'*atavisme* n'ont aucune régularité. Chez la Teigne, au contraire, l'*atavisme* devient un phénomène habituel, qui retourne toujours dans la marche du développement; la Chenille a toujours six vaisseaux, le Lépidoptère adulte n'en a que deux. Cet *atavisme périodique* nous présente un phénomène fort intéressant et, si je ne me trompe pas, tout à fait nouveau pour la Science. »

ZOOLOGIE. — *Sur une forme aberrante du phylum* Sporozoa. Note de M. **J. Kunstler**, présentée par M. Paul Bert.

« Les principaux caractères du remarquable organisme dont il s'agit ici peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

» 1° C'est une sorte de grégarine monocystidée, habitant la cavité générale de la *Periplaneta america*.

» 2° Pendant la première période de son existence, il est logé à l'extérieur des cellules épithéliales de l'intestin moyen, principalement de la portion postérieure, située en avant de l'insertion des tubes de Malpighi.

» 3° Il grandit dans la cellule, fait hernie à travers la tunique musculaire et repousse devant lui l'enveloppe péritonéale, dont il se coiffe comme d'une sorte de sac. Ce sac s'étire à son extrémité adhérente en un pédoncule, par lequel il reste appendu à la surface externe du tube digestif. La grégarine continue à grossir dans son intérieur, puis le pédoncule se rompt et le sac tombe avec son contenu dans la cavité du corps de la Périplanète, où elle achève sa croissance.

» 4° Pendant cette évolution, il s'est produit des phénomènes sans analogue chez les Sporozoaires. A l'intérieur de la cellule épithéliale, cet être n'est formé primitivement que par un corpuscule simple à noyau central. Plus tard, il se montre formé de deux corps analogues : il ressemble complètement à ce qui se voit dans la conjugaison de Monocyatidées, en général. Mais, ici, les couples ne paraissent pas résulter de la conjugaison de deux individus primitivement séparés et qui se réunissent bout à bout. Le noyau unique se montre fréquemment allongé et plus ou moins étranglé en son milieu, comme s'il était en voie de division : cette apparence de conjugaison paraît, en réalité, être une division tranversale restée incomplète. D'ailleurs une rencontre deux à deux au sein des cellules épithéliales ne

pourrait se faire que difficilement, et la disposition en couples est absolument générale. Quelquefois même il se forme des êtres à trois lobes.

» 5° L'adulte ne présente jamais aucun mouvement de translation et paraît être d'une inertie absolue. Quelquefois cependant, sous l'action des acides, on peut percevoir des mouvements de contraction assez faibles.

» 6° Cet être s'enkyste; son kyste présente deux enveloppes : l'une externe, gélatineuse, épaisse; l'autre interne, mince, pigmentée. L'enkystement est précédé d'un phénomène particulier. Les deux lobes deviennent moins distincts et l'être entier prend un aspect translucide, tandis que toutes les autres formes sont opaques. »

GÉOLOGIE. — *Manganèse dans les marbres cipolins de la formation primordiale. Conséquences géologiques.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai montré, dans ma Note précédente, que les marbres blancs de Carrare, de Paros et des Pyrénées contiennent, à l'état de dissémination complète, des proportions imprévues de manganèse. Ce n'est là qu'un cas particulier d'un fait très général que je vais exposer aujourd'hui, en indiquant les idées qui m'ont guidé dans ces recherches, et les conséquences géologiques qui en résultent.

» Il existe, jusque dans la partie inférieure de la formation des gneiss, des calcaires souvent disposés en zones concentriques, comme les tuniques d'un oignon, ce qui leur a fait donner le nom par lequel on les désigne : *marbres cipolins*. Dans certains points, ces cipolins sont accumulés en masses considérables et peuvent dès lors être exploités en grand, pour les besoins des arts et de l'industrie; mais, dans d'autres cas bien plus nombreux, ces calcaires se montrent en dépôts isolés, affectent presque toujours une forme lenticulaire prononcée, et se terminent souvent en prolongements très minces qui vont se perdre dans la masse de la roche encaissante. Cette disposition et beaucoup d'autres faits bien connus montrent que les calcaires cipolins sont absolument contemporains des roches, et en particulier des gneiss, au milieu desquels ils sont enchâssés.

» J'ai étudié, au point de vue chimique et spécialement d'abord au point de vue du manganèse, les séries et les échantillons isolés suivants :

1° 123 échantillons de la côte d'Algérie entre Bone et Alger;
2° 140 » recueillis sur toute la largeur des Pyrénées;
3° 34 » du versant espagnol des Pyrénées;

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4° | 82 | échantillons | entre Toulon et Fréjus; |
| 5° | 223 | » | du versant oriental de la Corse; |
| 6° | 72 | » | du versant français des Alpes; |
| 7° | 83 | » | du versant italien des Alpes; |
| 8° | 22 | » | du lac Majeur; |
| 9° | 33 | » | du lac de Come; |
| 10° | 42 | » | d'Ophiculec de la Toscane. |

» J'ai recueilli moi-même en place les 854 échantillons précédents; les suivants appartiennent à la collection de la Faculté des Sciences de Marseille; ils viennent de :

» Felfilah, Tebessa, Campiglia (Toscane), Stazemma (Toscane), Corchia (Toscane), Valdona (île d'Elbe), calcaire à grenats et à grammatite (île d'Elbe), calcaire à grammatite (États-Unis), calcaire de Kingsbridge en contact avec le grenat (États-Unis), Massa et Predazzo (Tyrol), Zaunhaus (Saxe).

» Dans tous ces échantillons, dont le nombre dépasse 1000, le manganèse s'est montré en proportion tout à fait exceptionnelle. En général, pour le faire apparaître à l'aide de ses réactions ordinaires, de la manière la plus nette, il n'a pas été nécessaire d'employer plus de $0^{gr},5$ de roche : dans plus de la moitié des cas, quelques centigrammes ont été suffisants.

» Dans l'étude que je résume aujourd'hui et à laquelle je travaille depuis plus de dix ans, j'étais guidé, comme pour mes autres recherches, par une idée relevant directement de la Chimie pure; c'est la suivante. Quand on met du carbonate de chaux pur en contact avec une solution d'un sel de fer et d'un sel de manganèse, le fer se précipite à peu près complètement, tandis que la plus grande partie du manganèse reste en dissolution. Si, dès lors, l'ensemble précédent est soumis à l'action d'une eau pouvant se déplacer lentement, la combinaison insoluble du fer restera en arrière, et le manganèse sera emporté avec une portion du calcaire. Si, au lieu du cas théorique précédent, on se met en présence de la réalité, c'est-à-dire en présence d'un magma ayant la composition chimique des gneiss, voici ce qui va se passer. Ce magma, composé surtout de silice et d'alumine, contient, en particulier, des proportions notables de calcaires (plusieurs centièmes), et des quantités sensibles de fer et de manganèse. De l'eau chargée d'acide carbonique, circulant dans cet ensemble, dissoudra du calcaire et du manganèse, et laissera le fer en arrière. Le carbonate de chaux, venant à se déposer à son tour après cette élimination de la plus grande partie du fer, sera blanc, et parfois même d'un blanc superbe, mais

il retiendra tout le manganèse qu'il aura rencontré sur son chemin. On s'expliquera alors trois grands ordres de faits, révélés par l'observation : 1° la concentration du manganèse dans les cipolins, point que j'établis aujourd'hui; 2° comment des calcaires, souvent d'un blanc complet et d'une composition relativement simple, peuvent se trouver au sein de masses de composition très complexe, toujours très fortement colorées, comme le sont les roches normales de la formation gneissique; 3° pourquoi les cipolins affectent généralement une disposition lenticulaire et se montrent constitués par des couches concentriques.

» L'ensemble des faits et des conclusions qui viennent d'être exposés relie et explique bien des points d'observation, jusque-là isolés et même contradictoires; mais ma conception entraîne une conséquence d'ordre absolument fondamental pour la Géologie : c'est que les calcaires cipolins *et les gneiss qui les encaissent* ont été formés dans l'eau. Cette conclusion, je la crois vraie, mais je me hâte d'ajouter que je suis loin de la tenir pour établie par les recherches que je viens de résumer; seulement, je ne crois pas m'abuser en pensant que ces recherches apportent un commencement de preuve en faveur de la réalité de cette conception. Du reste, pour l'étayer, j'ai des arguments d'un tout autre ordre à apporter, et, d'un autre côté, je suis loin d'avoir épuisé toutes les ressources que peut me fournir la méthode mise en œuvre dans le travail actuel; le manganèse, en effet, est loin d'être le seul corps qui, dans le cas où mon point de départ serait vrai, s'est nécessairement concentré dans les lentilles des marbres cipolins de la formation gneissique. Je serai très prochainement en mesure de montrer dans quelle mesure les résultats chimiques fournis par cette seconde partie de mes recherches viendront confirmer la conclusion géologique que je formule aujourd'hui. »

M. **A.-J. Cownley**, à propos des Communications récentes de M. *Hanriot* sur la transformation de la brucine en strychnine, fait observer qu'il avait publié au mois d'avril 1876, dans *The pharmaceutical Journal and Transactions*, une Communication portant pour titre « Conversion de la brucine en strychnine sous l'action de l'acide nitrique dilué ».

M. Cownley joint à sa Lettre un exemplaire du numéro de ce journal.

M. **D. Tommasi** adresse une nouvelle Note « Sur la loi des constantes thermiques de substitution ».

D'après l'auteur, les écarts qu'ont paru offrir, par rapport à la loi, les résultats numériques obtenus pour certains composés de mercure, ne peuvent être dus qu'à des déterminations expérimentales ne présentant pas une exactitude suffisante.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

### Ouvrages reçus dans la séance du 3 mars 1884.

*Discours prononcés par M. Léon Lalanne dans les séances des 17 et 28 janvier et du 1er février 1884. Discussion en première lecture du projet de loi relatif aux syndicats professionnels.* Paris, imp. du *Journal officiel*, 1884; in-8°.

A. Grandidier, *Histoire de Madagascar. Géographie historique*; atlas in-4°, en carton.

*Les Clématites à grandes fleurs.* Clematides megalanthes. *Description et iconographie des espèces cultivées dans l'*Arboretum *de Segrez; par* A. Lavallée. J.-B. Baillière, 1884; in-4° relié,

*Traité clinique et pratique des maladies des enfants; par* F. Rilliet et E. Barthez, 3e édition refondue et augmentée par E. Barthez et A. Sanné; t. I. Paris, Félix Alcan, 1884; in-8°. (Présenté par M. Charcot.)

*Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon*; 5e série, t. V, 1882. Lyon, Pitrat et Georg; Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-8°.

*Sur les anomalies apparentes dans la structure de la grande comète de 1744; par* Th. Bredichin. Moscou, 1884; br. in-8°.

*The zoological record for* 1882; *being volume nineteenth of the record of zoological litterature.* Edited by E. Caldwell Rye. London, John Van Voorst, 1883; in-8° relié.

*Geological and natural history survey of Canada. Maps to accompany report of progress for* 1880-81-82. — *Catalogue of Canadian plants.* Part. I. *Polypetalæ; by* JOHN MACOUN. Montréal, Dawson Brothers, 1883; 2 vol. in-8°, avec cartes.

*On the discovery of the periodic law, and on relations among the atomic weights; by* JOHN A.-R. NEWLANDS. London, Spon, 1884; in-12 relié.

*Parallelo fra le funzioni dell' organismo animale e le funzioni dell' organismo sociale; per* MICHELE GIORDANO. Torino, Stamp. dell' unione tipografico-editrice, 1883; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 MARS 1884.

*Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet* 1844, *publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce;* t. XXVII (1[re] et 2[e] Parties), nouvelle série. Paris, Imp. nationale, 1884; 2 vol. in-4°.

*Ministère de la Guerre. Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre,* t. II; *Bulletin officiel,* t. I. Paris, V. Rozier, 1883; 2 vol. in-8°.

*Le diamant; par* H. JACOBS et N. CHATRIAN. Paris, G. Masson, 1884; 1 vol. gr. in-8° illustré. (Présenté par M. Chevreul.)

*Histoire des Sciences mathématiques et physiques; par* M. MAX. MARIE; t. IV : *De Descartes à Huygens.* Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°.

*Faculté des Sciences de Toulouse. Cours libre d'Anthropologie; par* E. CARTAILHAC; 2[e] année, leçon d'ouverture. Toulouse, Imp. Durand, Fillous et Lagarde, 1884; gr. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages).

CH. DUGUET, *Déformation des corps solides. Limite d'élasticité et résistance à la rupture.* 2[e] Partie (*Statique générale*). Nancy, Imp. Berger-Levrault, sans date; in-8°. (Extrait de la *Revue d'Artillerie.*) (Présenté par M. Cornu).

*Observations sur les courants électriques de la terre dans des lignes d'un kilomètre de longueur et leur comparaison avec les variations magnétiques; par* H. WILD. Saint Pétersbourg, Imp. de l'Académie impériale des Sciences, 1884; br. in-8°.

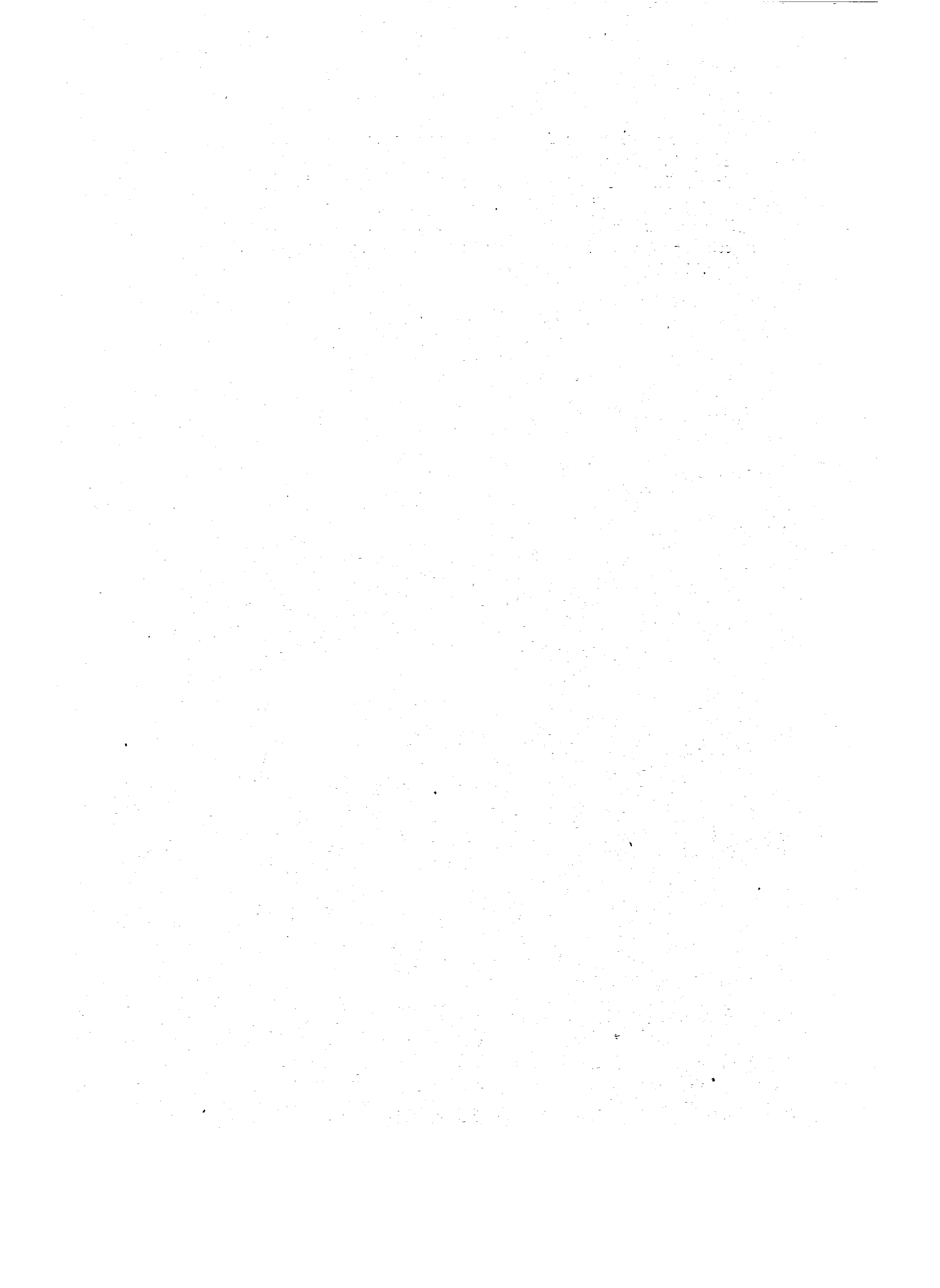
*Études électrométrologiques.* II : *De l'influence de la température sur la résistance du mercure; par* R. LENZ et N. RESTZOFF. Saint-Pétersbourg, Imp. de l'Académie impériale des Sciences, 1884; br. in-8°.

*Censo general de la provincia de Buenos-Aires, demografico, agricola, indus-*

*trial, comercial, etc. verificado el* 9 *de octubre de* 1881. Buenos-Aires, Imp. de *El Diario,* 1883; in-4°.

*Monografia delle curve tautocrone del Dott.* F. AMODEO. Avellino, tipogr. Tulimiero, 1883; br. in-8°.

*Universidad central. Memoria-anuario que se publica con arreglo a la instruccion* 47 *de las aprobadas por real orden de* 15 *de agosto de* 1877. Madrid, typogr. Gr. Estrada, 1883; gr. in-8°.



# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 17 MARS 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOGRAPHIE. — *Sur la nouvelle Carte de la Tunisie, à l'échelle de* $\frac{1}{200000}$; par M. F. PERRIER.

M. le colonel *Perrier* offre à l'Académie, au nom du Ministre de la Guerre, les six premières feuilles parues de la nouvelle Carte de la Tunisie, et s'exprime en ces termes :

« La Carte de Falbe et Pricot de Sainte-Marie, gravée en 1857 au Dépôt de la Guerre, était jusqu'en ces derniers temps le seul document géographique sérieux que nous possédions sur la régence de Tunis.

» Falbe était capitaine de frégate de la marine danoise et consul général des puissances du Nord à Tunis; il venait de prendre part avec nos troupes à la première expédition de Constantine, où il avait vu opérer nos topographes militaires, lorsque, rentré à son poste, il songea à exécuter la reconnaissance topographique de la Tunisie.

» Après avoir mesuré une base de 5000$^{m}$ dans les environs de Carthage, déterminé la latitude, ainsi que l'altitude au-dessus du niveau moyen de

la mer à la Goulette, du consulat de France à Tunis, il se mit en route pourvu d'un matériel bien modeste, mais suffisant : un sextant, un petit théodolite, une montre de poche, deux thermomètres et un baromètre Fortin.

» C'est ainsi qu'il explora, en 1837 et 1838, toute la région comprise entre la mer au nord et à l'est, Kairouan, Gilma, le Kef, Teboursouk et Mateur, exécutant, chemin faisant, des levés et des itinéraires, triangulant les sommets remarquables pour raccorder ses levés entre eux et s'arrêtant, quand il le pouvait, dans les stations intéressantes, pour y prendre une latitude et un azimut.

» De cette pérégrination, qui dura huit mois et ne fut pas toujours sans péril, Falbe rapporta tous les éléments nécessaires à l'établissement d'un canevas de triangles et à l'assemblage des levés de détail.

» Mais ces levés, outre qu'ils s'étendaient à peine sur le quart du territoire de la Régence, laissaient encore entre eux des espaces inexplorés.

» Aussi, dès l'année 1843, le Dépôt de la Guerre, soucieux de combler ces lacunes, chargea le capitaine d'état-major Pricot de Sainte-Marie de lever les régions de l'ouest, où Falbe n'avait pas pu pénétrer, et, en s'appuyant sur les travaux de Falbe, de poursuivre la reconnaissance vers le sud jusqu'aux chotts du Djerid.

» Le travail de cet officier dura plusieurs années (de 1843 à 1849) : il comprend une vingtaine de positions astronomiques directes, des itinéraires bien orientés, s'étendant sur de larges bandes de terrain, ainsi qu'un nivellement exécuté d'abord avec un baromètre de Fortin, puis avec le baromètre anéroïde, qui venait de faire son apparition dans le monde.

» C'est en combinant les travaux de Sainte-Marie avec ceux de Falbe que le Dépôt de la Guerre a pu publier la Carte à l'échelle de $\frac{1}{400000}$ qui porte le nom des deux géographes, Carte qui contient encore bien des vides, notamment vers le nord-ouest (pays des Kroumirs) et dans les massifs montagneux qu'on a été réduit à contourner, mais qui n'en constitue pas moins une première approximation bien précieuse, notamment pour les voies suivies et les chemins praticables.

» Si je signale ces travaux déjà anciens, c'est qu'ils nous ont été fort utiles dans l'établissement de la nouvelle Carte, et je suis heureux de rappeler à l'Académie les noms de ces deux vaillants explorateurs.

» Dans ces dernières années, la Tunisie a été l'objet de plusieurs travaux importants :

» En 1876, les officiers italiens reliaient la Tunisie avec la Sicile au

moyen des îles intermédiaires, Maritimo et Pantellaria, et y déterminaient un grand triangle formé par les trois sommets de Bou Saïd, Bou Rukbah et cap Bon, d'où ils recoupaient tous les sommets visibles jusqu'au Djebel Zaghouan.

» Deux ans après, en 1878, vers le mois de février, j'allais m'installer à Carthage, déjà considérée comme la station naturelle orientale du parallèle algérien, et j'y déterminais la latitude, la longitude *télégraphiquement* (¹) et un azimut, en même temps que je reliais le pilier méridien avec la triangulation italienne.

» La même année et l'année suivante, avec l'autorisation gracieuse de S. A. Mohammed es Sadock, bey de Tunis, j'exécutais, secondé par quelques topographes habiles, des levés intéressants qui furent publiés bientôt après par le Dépôt de la Guerre et que je place sous les yeux de l'Académie : Environs de Tunis et de Carthage, à l'échelle de $\frac{1}{40000}$; plan de Bizerte et de ses environs, à $\frac{1}{20000}$; itinéraire de Carthage à Constantine par le Kef et Sidi Youssef, 4 feuilles à l'échelle de $\frac{1}{100000}$, le tout gravé sur pierre en trois couleurs.

» Vers le sud, nous possédions les levés récents du commandant Roudaire, les itinéraires déjà anciens de M. Duveyrier et une reconnaissance, par M. Chevarrier, de la région au sud des Chotts.

» J'avais aussi exploré la vallée de la Medjerda et la presqu'île d'Hammamet; mais que de lacunes encore à combler!

» Lorsque nos troupes pénétraient en Kroumirie, au printemps de 1881, nous n'avions encore que des renseignements très vagues sur cette province, réputée impénétrable, si voisine pourtant du territoire algérien : l'occasion parut propice pour en faire la Carte.

» Sur ma demande, des topographes furent attachés à chacune des colonnes expéditionnaires et, en même temps que ceux-ci levaient le pays occupé ou simplement parcouru, deux géodésiens en faisaient la triangulation rapide, reliée à l'ouest avec nos triangles algériens et au sud avec les anciens triangles de Falbe. C'est dans cette première campagne, où j'avais l'honneur de diriger le service géographique de l'armée, que j'ai fait appliquer avec succès la pâte et le papier chromographique à la reproduction immédiate, par trente ou quarante exemplaires, en deux et

(¹) Le capitaine Defforges occupait la station conjuguée d'Alger, déjà reliée par un fil télégraphique avec le poste de Carthage.

même trois couleurs, suffisamment nets, des levés ou itinéraires exécutés dans la journée même; ces tirages étaient distribués dans la soirée aux états-majors et aux corps de troupe.

» Je présente à l'Académie les feuilles de Tabarca et Fernana, publiées par le Dépôt de la Guerre à la fin de cette campagne (échelle de $\frac{1}{100000}$).

» A l'automne suivant, des brigades de topographes furent encore attachées aux colonnes qui, partant de Tunis et de Tebessa, convergèrent vers Kairouan. Une étendue considérable de terrain fut parcourue et levée dans cette campagne; mais les massifs montagneux, contournés ou évités par les colonnes, restaient encore à peine effleurés.

» Tous ces levés et d'autres encore, entrepris par des colonnes parties du Kef, de Gabès ou de Gafsa, étaient aussitôt reproduits par des procédés rapides au Dépôt de la Guerre, sous le titre de *Carte provisoire* ou *Carte jaune*, qui rendit de véritables services et nous permit de délimiter nettement les vides où devait désormais se porter l'activité des topographes pour obtenir enfin une Carte couvrant sans interruption le sol tunisien.

» Le moment n'était pas éloigné, du reste, où nos levés allaient être complétés d'une manière systématique. Dès les premiers mois de l'année 1882, sur la demande du général Forgemol, le Dépôt de la Guerre organisait en Tunisie cinq brigades de topographes, placées sous la direction du commandant Peigné, soit 25 officiers, non plus pour y opérer à la suite des colonnes, mais pour y prendre pacifiquement possession du sol au point de vue topographique.

» Au mois de novembre suivant, le nombre des brigades fut porté à sept, comprenant 37 officiers; et, en ce moment même, 30 officiers, répartis en six brigades, opèrent dans l'extrême sud de la Tunisie, sous la direction du commandant Lachouque, entre Gafsa, Gabès, la frontière de la Tripolitaine et la région des Chotts.

» La méthode adoptée dans l'exécution du travail est la suivante : chaque chef de brigade mesure, sur le terrain qui lui est dévolu, une base de quelques kilomètres, à la chaîne ou même au pas, et, sur cette base, détermine ensuite un petit réseau de triangles, pendant que ses officiers font les levés à la boussole. Un officier indépendant des brigades est spécialement chargé, sous la direction du chef de la Mission, de réunir entre elles les triangulations partielles par une triangulation générale rattachée elle-même à la triangulation antérieure. C'est ainsi que la Tunisie a été couverte d'un réseau continu de triangles reliés avec l'ancienne triangu-

lation de Falbe, figurés ensuite graphiquement sur une feuille générale de projections qui donne la véritable échelle des levés partiels et les ramène à une échelle commune.

» Nous avons pris comme éléments de départ de toute cette triangulation : pour les positions géographiques, les valeurs de la latitude, de la longitude et de l'azimut que j'ai obtenues à Carthage ; pour les longueurs des côtés, la valeur donnée par les Italiens pour le côté Bou-Saïd Bou-Rukbah. Le nivellement des points principaux est fait au théodolite ou à la boussole-éclimètre et, dans les levés de proche en proche, à l'aide du baromètre anéroïde. C'est le plan du niveau moyen de la mer à la Goulette qui a été adopté comme plan de comparaison des altitudes.

» Les levés sur le terrain sont exécutés à l'échelle de $\frac{1}{100000}$; telle est l'échelle des remarquables minutes que je présente à l'Académie et qu'il eût été certainement très désirable de pouvoir reproduire en véritable grandeur. Mais la Carte aurait ainsi compris un nombre considérable (80) de feuilles, et il nous a paru qu'elle aurait supposé à nos levés plus de précision qu'ils n'en comportent. L'échelle du $\frac{1}{200000}$, au contraire, semble mieux convenir à la nature de ce pays, dont la planimétrie est peu chargée; elle limite à 20 le nombre des feuilles, ce qui permet une publication plus prompte, et elle a en outre le précieux avantage d'être établie d'après les mêmes principes et dans le même système de projection que la Carte de l'Algérie au $\frac{1}{200000}$ dont elle est comme le prolongement naturel. C'est pourquoi nous l'avons adoptée pour la publication de la Carte de la Tunisie.

» La Carte entière comprendra vingt ou vingt et une feuilles : les six feuilles du nord seulement sont déjà reproduites par les procédés rapides de la photozincographie en deux couleurs. Ce n'est là, du reste, qu'une édition provisoire, destinée à satisfaire aux besoins les plus pressants des services publics; la Carte sera gravée plus tard sur zinc, tirée en six couleurs, comme la Carte d'Algérie, et ne laissera rien à désirer au point de vue de l'exécution.

» Les six feuilles du centre sont levées sur le terrain ; on procède en ce moment à la mise au net des minutes; elles seront publiées dans trois mois.

» Quant aux dernières feuilles, celles du sud, le levé s'exécute à l'heure présente et sera terminé dans quelques semaines; la publication en sera faite au mois de janvier 1885.

» Si l'on pouvait planer en ce moment au-dessus des chotts tunisiens, on apercevrait nos topographes répartis en six groupes, circulant dans des régions inhospitalières et peu sûres, où l'eau potable est rare, où déjà la chaleur est difficilement tolérable, obligés de se garder contre les ma-

raudeurs, aussi bien que contre les fièvres, mais supportant bravement et sans se plaindre les misères et les périls de cette vie nomade, et trouvant en eux-mêmes, loin du monde, dans la seule satisfaction de l'accomplissement d'un devoir, la force de surmonter les difficultés et les dangers semés sur leur route.

» Ainsi, dans l'espace de quatre années, grâce à l'organisation systématique de nos brigades, grâce au dévouement de nos officiers, l'exploration topographique de la Tunisie a pu être menée à bonne fin. La Carte nouvelle constitue, pour tous les services publics, un document précieux, et sera très utilement consultée, en attendant que nous puissions, la Carte d'Algérie terminée, effectuer un levé précis de la Régence, à l'échelle de $\frac{1}{50000}$. »

CHIMIE. — *Vitesse relative de combustion des mélanges gazeux détonants*; par MM. Berthelot et Vieille.

« Dans le cours de nos expériences, nous avons pris soin de noter chaque fois le temps nécessaire pour que la pression développée pendant les explosions à volume constant atteignît son maximum : cette observation est inscrite dans nos courbes. L'inégalité de ces temps est fort importante : en effet, la pression maxima observée dans une capacité donnée est toujours inférieure à la pression qui se développerait si le système conservait la totalité de la chaleur due à la réaction; car il y a toujours une perte, due au contact des parois et au rayonnement. L'écart est d'autant plus grand que la capacité est plus petite, c'est-à-dire que la masse du gaz est moindre par rapport à celle du vase qui le renferme. Or plus la combustion est lente, plus cette cause d'erreur tend à s'exagérer. La durée des combustions est d'ailleurs fort inégale en fait : elle répond à l'état variable (*Sur la force des matières explosives*, t. I, p. 160) qui se produit à l'origine des phénomènes et elle est intermédiaire entre le régime de détonation (vitesse de l'onde explosive, soit $2810^{m}$ par seconde pour l'hydrogène; $1089^{m}$ pour l'oxyde de carbone) et le régime de combustion ordinaire ($34^{m}$ pour le premier gaz, $1^{m}$ pour le second, d'après Bunsen). Le ralentissement comparatif croît avec la durée même de la combustion.

» Nos observations ont été faites dans trois récipients distincts, l'un de $300^{cc}$, l'autre de $1500^{cc}$, un dernier de $4^{lit}$. Commençons par la bombe de $4^{lit}$. Elle était de forme cylindrique et percée suivant son axe de deux trous, portant l'un un ajutage tubulaire long de $63^{mm}$, d'un diamètre égal à $5^{mm}$, et à l'extrémité duquel se produisait l'étincelle qui enflammait les mé-

langes; l'autre, un tube logeant le piston enregistreur. Celui-ci faisait une saillie de 32mm à l'intérieur. La longueur de l'axe intérieur de la bombe était de 217mm; par suite, la distance du point d'inflammation à la base du piston, soit $217 + 63 - 32 = 248^{mm}$, dont 185mm dans la bombe même. Telle est la distance maxima que la flamme ait à parcourir avant d'arriver au piston, du moins tant que celui-ci ne s'est pas déplacé.

» La bombe de 1lit,500 est sphérique et percée semblablement suivant un diamètre horizontal; la longueur de l'ajutage d'inflammation $= 53^{mm}$, le diamètre de la bombe, 142mm; la saillie du piston, 32mm. La distance initiale du point d'inflammation à la base du piston $= 142 + 53 - 32 = 163^{mm}$, dont 110mm dans la bombe même.

» La bombe de 300cc est de forme cylindrique : l'une de ses bases est plane; c'est celle qui supporte le piston enregistreur, faisant saillie de 32mm ; l'autre base est hémisphérique, convexe à l'extérieur; l'ajutage est percé à la jonction des parties sphérique et cylindrique; il est long de 60mm. La distance initiale du point d'inflammation à la base du piston se mesure suivant une ligne oblique à l'axe et est longue de 128mm, dont 68mm dans la bombe même.

» Dans tous les cas, le maximum était atteint lorsque le piston avait reculé de 20mm environ.

» Dans les expériences faites avec le bioxyde d'azote et le cyanogène, on a eu recours à l'inflammation centrale, la flamme s'éteignant dans l'ajutage. Dans ce cas, la distance initiale entre le point d'inflammation et la base du piston se réduisait à peu près à 21mm.

» Voici les temps écoulés, exprimés en millièmes de seconde, entre le moment de l'inflammation et celui de la production du maximum de pression.

I. — *Influence de la grandeur du récipient. Temps écoulé (en millièmes de seconde).*

| Nature du mélange. | Bombe de 300cc. | 1500cc. | 4000cc. |
|---|---|---|---|
| $H^2 + O^2$ | 1,04 | » | 2,14 |
| $H^2 + O^2 + H^2$ | 1,67 | » | 4,22 |
| $H^2 + O^2 + Az^2$ | 2,67 | » | 6,87 |
| $C^2O^2 + O^2$ | 12,86 | » | 15,51 |
| $C^4H^4 + O^{12}$ | 2,86 | » | 2,23 |
| $C^4Az^2 + O^8$ | 1,55 | 4,50 | » |
| $C^4Az^2 + O^4 + \frac{3}{2}Az$ | 3,20 | 2,74 | » |
| $C^4Az^2 + O^4 + 2Az^2$ | 10,35 | 15,12 | » |

On voit qu'en général le maximum exige un temps d'autant plus long que la capacité de la bombe est plus grande et l'intervalle entre le point d'inflammation et la base du piston plus considérable. Cependant il y a quelques irrégularités, dues aux perturbations qui se produisent au voisinage du point d'inflammation.

II. — *Influence de la composition du mélange. Mélanges simples à combustion totale. Bombe de* $300^{cc}$.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $H^2 + O^2$..... | 1,04 | $H^2 + Az^2O^2$..... | 2,06 | $C^4H^2 + O^{10}$... | 1,94 |
| $C^2O^2 + O^2$... | 12,86 | $C^2O^2 + Az^2O^2$... | 15,39 | $C^4H^4 + O^{12}$... | 2,86 |
| $C^4Az^2 + O^8$... | 1,55 | $C^4Az^2 + 4Az^2O^2$. | 4,53 | $C^4H^6 + O^{14}$... | 0,83 |
| | | | | $2C^2H^4 + O^{16}$... | 1,24 |

» L'oxyde de carbone est plus lent que l'hydrogène, conformément à ce que l'on sait; le rapport des temps (12,3) étant intermédiaire entre le régime de détonation (2,6) et le régime de combustion ordinaire (34).

» Pour le cyanogène et les carbures très hydrogénés, la vitesse diffère peu de celle de l'hydrogène, conformément aux rapports de vitesse déduits des ondes explosives (cyanogène, 1,3 d'après l'onde, au lieu de 1,5; formène, 1,23 d'après l'onde, au lieu de 1,2; méthyle, 1,2 d'après l'onde, au lieu de 0,8, etc.). C'est donc toujours la vitesse de translation des molécules gazeuses qui règle le phénomène. L'emploi du protoxyde d'azote à la place de l'oxygène ralentit l'action.

» La vitesse absolue est difficile à évaluer. Si l'on admet, pour se faire une idée de la vitesse relative, que la flamme atteint le piston au moment du maximum, la vitesse serait de $100^m$ environ par seconde pour l'hydrogène; de $8^m$ environ pour l'oxyde de carbone; de $70^m$ pour le cyanogène; elle tomberait à la moitié pour l'hydrogène brûlé par le protoxyde d'azote, au tiers pour le cyanogène brûlé par le même gaz, etc.

III. — *Influence d'une combustion plus ou moins complète* ($300^{cc}$).

| | | | |
|---|---|---|---|
| $C^4Az^2 + O^8$............ | 1,55 | $C^4Az^2 + O^4$............ | 1,06 |
| $C^4Az^2 + O^8 + 2Az^2$...... | 15,4 | $C^4Az^2 + O^4 + 2Az^2$...... | 10,35 |

» Il ne paraît pas que la combustion totale du cyanogène s'effectue en deux temps, en formant d'abord en totalité de l'oxyde de carbone qui brûlerait ensuite; car la combustion totale est beaucoup plus rapide que la somme des deux effets séparés. Cependant la combustion incomplète est la plus rapide, peut-être à cause de l'existence d'une dissociation partielle qui ralentit la combustion totale.

IV. — *Influence d'un excès de l'un des composants* (4^lit).

| Mélange | | Mélange | |
|---|---|---|---|
| $H^2 + O^2$ | 2,14 | | |
| $H^2 + O^2 + \frac{1}{39} H^2$ | 2,27 | | |
| $H^2 + O^2 + \frac{1}{19} H^2$ | 2,53 | | |
| $H^2 + O^2 + \frac{1}{9} H^2$ | 2,41 | | |
| $H^2 + O^2 + \frac{1}{2} H^2$ | 2,82 | | |
| $H^2 + O^2 + H^2$ | 4,22 | $H^2 + O^2 + O^4$ | 8,16 |
| $H^2 + O^2 + 2H^2$ | 5,95 | | |
| $H^2 + O^2 + 3H^2$ | 9,67 | $H^2 + O^2 + 3O^4$ | 16,04 |

La combustion est ralentie en raison de l'excès du gaz qui ne brûle pas; l'influence retardatrice de l'oxygène total étant à peu près double de celle de l'hydrogène à volumes égaux : ce qui répond à la vitesse de translation plus grande des molécules du premier gaz.

V. — *Influence des produits de la combustion* (300^cc).

| Mélange | | Mélange | |
|---|---|---|---|
| $C^2O^2 + O^2$ | 12,86 | $C^4Az^2 + O^4$ | 1,06 |
| $C^2O^2 + O^2 + \frac{1}{2} C^2O^4$ | 27,18 | $C^4Az^2 + O^4 + \frac{3}{4} C^2O^2$ | 3,64 |
| $C^2O^2 + O^2 + C^2O^4$ | 35,8 | $C^4Az^2 + O^4 + 2C^2O^2$ | 6,44 |

» Ralentissement de plus en plus marqué; triple pour un volume égal d'acide carbonique, dans un cas, et sextuple pour un volume égal d'oxyde de carbone, dans l'autre cas. On voit comment, dans le régime de combustion ordinaire, la propagation de la combustion est ralentie par le mélange des gaz déjà brûlés.

VI. — *Influence d'un excès de gaz inerte.*

Bombe de 4^lit.

| Mélange | |
|---|---|
| $H^2 + O^2$ | 2,14 |
| $H^2 + O^2 + \frac{1}{9} Az^2$ | 2,86 |
| $H^2 + O^2 + \frac{1}{4} Az^2$ | 3,55 |
| $H^2 + O^2 + Az^2$ | 6,87 |
| $H^2 + O^2 + 2Az^2$ | 11,98 |
| $H^2 + O^2 + 3Az^2$ | 24,45 |
| $H^2 + O^2 + 4Az^2$ | 36,35 |

Bombe de 300^cc.

| Mélange | | Mélange | | Mélange | |
|---|---|---|---|---|---|
| $C^2O^2 + O^2$ | 12,86 | $C^4Az^2 + O^8$ | 1,55 | $C^4Az^2 + O^4$ | 1,05 |
| $C^2O^2 + O^2 + \frac{1}{2} Az^2$ | 17,78 | $C^4Az^2 + O^8 + Az^2$ | 6,09 | $C^4Az^2 + O^4 + \frac{3}{4} Az^2$ | 3,20 |
| $C^2O^2 + O^2 + Az^2$ | 26,49 | $C^4Az^2 + O^8 + 2Az^2$ | 15,4 | $C^4Az^2 + O^4 + 2Az^2$ | 10,35 |
| | | | | $C^4Az^2 + O^4 + 3Az^2$ | 23,63 |
| | | | | $C^4Az^2 + O^4 + 4Az^2$ | 29,78 |

» L'azote ralentit la combustion de l'hydrogène et celle de l'oxyde de carbone, la première suivant une proportion plus forte; ceci montre que le phénomène n'est pas dû seulement à l'abaissement de température, qui est à peu près le même dans les deux cas, mais aussi à l'inégalité plus grande entre les vitesses de translation des molécules gazeuses.

» L'influence du gaz inerte s'exerce à la fois en abaissant la température de combustion, ce qui diminue la vitesse de translation des molécules, et en diminuant le nombre des rencontres efficaces entre molécules susceptibles d'une action réciproque. Ainsi l'azote en excès notable retarde plus que les deux composants. A volume triple, dans le mélange oxyhydrique, les temps ont été trouvés proportionnels à 10 pour l'hydrogène, 16 pour l'oxygène, 24 pour l'azote. La présence d'un excès de l'un des produits retarde encore davantage : ainsi l'acide carbonique retarde plus que l'azote la combustion de l'oxyde de carbone.

» Dans tous ces effets interviennent aussi l'inégalité des chaleurs spécifiques (pour $C^2O^4$) et les changements de dissociation, produits par la présence des composants ou des produits.

VII. — *Systèmes isomères* (300$^{cc}$).

| | | | |
|---|---|---|---|
| $H^2 + Az^2 + O^2$ | 2,67 | $C^2O^2 + Az^2 + O^2$ | 26,5 |
| $H^2 + Az^2O^2$ | 2,06 | $C^2O^2 + Az^2O^2$ | 15,4 |
| $C^4Az^2 + O^8$ | 1,55 | $C^4H^6 + O^{14}$ | 0,83 |
| $2C^2O^2 + Az^2 + O^4$ | 1,78 | $C^4H^4 + H^2 + O^{14}$ | 1,37 |

» La combustion est plus lente dans les systèmes moins condensés, qui sont en même temps ceux qui dégagent le moins de chaleur : double cause qui diminue à la fois la vitesse de translation et la probabilité des rencontres efficaces de molécules.

VIII. — *Mélange de deux gaz combustibles.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| $H^2 + O^2$ | 1,04 | $C^4H^4 + O^{12}$ | 2,86 |
| $C^2O^2 + O^2$ | 1,29 | | |
| $H^2 + \frac{1}{2}C^2O^2 + O^3$ | 2,57 | $C^4H^4 + H^2 + O^{14}$ | 1,37 |
| $H^2 + \frac{2}{3}C^2O^2 + O^{3\frac{1}{3}}$ | 1,39 | | |
| $H^2 + C^2O^2 + O^4$ | 3,88 | | |
| $H^2 + 2C^2O^2 + O^6$ | 4,14 | | |

» La vitesse de combustion n'est la moyenne dans aucun cas. Mais les deux gaz paraissent tendre à brûler séparément, chacun avec sa vitesse propre. Il en résulte que le maximum de pression observé ne répond pas

à un état uniforme de combinaison du système : par suite, il se produit avec certaines irrégularités, et il est inférieur à ce qu'il devrait être. Ainsi l'oxyde de carbone et l'hydrogène, brûlés séparément par l'oxygène, donnent sensiblement une même pression, $10^{atm},1$ pour l'un, $9^{atm},9$ pour l'autre. Pour tous les mélanges, on devrait avoir la moyenne; tandis que l'expérience a conduit à des chiffres plus faibles, soit 8,7 à volumes égaux. Mêmes remarques pour le cas de l'éthylène mêlé d'hydrogène comparé à l'éthylène : la vitesse de combustion semble indiquer que l'hydrogène brûle d'abord.

IX. — *Carbures d'hydrogène (éléments combustibles combinés)*, $300^{cc}$.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $C^4H^2 + O^{10}$..... | 1,94 | $C^4H^6O^2 + O^{12}$..... | 1,42 |
| $C^4H^4 + O^{12}$..... | 2,86 | $C^8H^{10}O^2 + O^{24}$..... | 2,89 |
| $C^4H^6 + O^{14}$..... | 0,83 | | |
| $C^2H^4 + O^8$...... | 1,24 | | |

» La vitesse de combustion des gaz très hydrogénés est fort voisine de celle de l'hydrogène : ce qui semble indiquer que l'hydrogène brûle avant le carbone, même dans les combustions totales. Ces effets interviennent dans les équilibres momentanés résultant d'une combinaison incomplète : telle que la répartition de l'oxygène entre deux combustibles mélangés, oxyde de carbone et hydrogène par exemple; ou bien entre le carbone et l'hydrogène associés au sein d'un carbure; ou bien encore la répartition de l'hydrogène entre deux comburants, tels que le chlore et l'oxygène. Cette répartition, dans les premiers moments, dépend de la vitesse relative des combinaisons, et elle peut être fort différente de l'équilibre définitif, qui s'établirait dans le même système maintenu à température constante pendant un temps convenable. Un système brusquement refroidi, tel que celui que l'on obtient après détonation, ne fournit pas de mesures réelles des affinités, parce qu'il peut offrir une tout autre répartition d'éléments : circonstance dont il n'a pas toujours été tenu un compte suffisant. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la solution d'une classe très étendue d'équations en quaternions.* Note de M. **Sylvester**.

« L'équation parfaitement générale du deuxième degré en quaternions sera de la forme

$$\Sigma(axbxc + dxe) + f = 0$$

et admettra seize solutions, qu'on pourrait obtenir d'une manière di-

recte au moyen de quatre équations, chacune du deuxième degré, contenant les quatre éléments de $x$ comme inconnus. De même, l'équation en quaternions ou en matrices du deuxième ordre du degré $\omega$ admettra $\omega^4$ solutions. Parmi ces formes générales, on peut distinguer celles dans lesquelles tous les quaternions donnés se trouvent du même côté du quaternion cherché, par exemple $ax^2 + bx + c = 0$. On peut nommer de telles équations *équations unilatérales*. Hamilton a considéré le seul cas de l'équation quadratique (Voir *Lectures on Quaternions*, art. 636, p. 631-2), et a déterminé le nombre (6) des racines.

» Or, je trouve que ma méthode générale de traiter les matrices amène directement à la solution d'une équation unilatérale d'un ordre quelconque $\omega$ (c'est-à-dire la fait dépendre de la solution d'une équation algébrique ordinaire) et donne sans la moindre difficulté et sans aucun effort d'invention le nombre des racines. Ce nombre est exprimé par la fonction $\omega^3 - \omega^2 + \omega$, de sorte que le nombre des racines, pour ainsi dire évanouies par suite de l'unilatéralisme de la forme, est $\omega^4 - \omega^3 + \omega^2 - \omega$, c'est-à-dire $(\omega^2 - \omega)(\omega^2 + 1)$. On comprend bien qu'en certains cas le nombre des racines subit une réduction; par exemple, le nombre des racines de $x^\omega + l = 0$ est $\omega^2$ et celui de $x^\omega + kx + l = 0$ est $2\omega^2 - \omega$. Il semble que le nombre, pour l'équation

$$x^\omega + p_\theta x^\theta + p_{\theta-1} x^{\theta-1} + \ldots + p_0 = 0,$$

doit être $(\theta + 1)\omega^2 - \theta(\omega)$, lequel, quand $\theta = \omega - 1$, devient le nombre général $\omega^3 - \omega^2 + \omega$. Les détails de ce petit travail seront donnés dans un prochain numéro du *London and Edinburgh Philosophical Magazine*. »

M. **Daubrée** donne lecture de la Notice suivante sur les travaux de M. *Sella*, Correspondant de la Section de Minéralogie, qui vient d'être enlevé à la Science :

« L'Académie vient d'être frappée d'une perte bien inattendue dans la personne de l'un de ses plus éminents Correspondants. M. Sella, qui nous appartenait par la Section de Minéralogie, a succombé, à Biella, le 14 de ce mois, à une courte maladie.

» Quintino Sella était né en 1827, à Mosso, bourg de l'arrondissement de Biella (Piémont), dans une riche famille manufacturière qui avait contribué aux progrès de l'industrie des draps. Après ses études secondaires à Biella, il devint un élève des plus distingués de l'Université de Turin et,

après avoir été reçu ingénieur, il fut envoyé, en 1849, à l'École des Mines de Paris, pour y compléter son instruction. Il y fut bientôt remarqué, non seulement par ses condisciples, mais aussi par ses maîtres, et particulièrement honoré des conseils et de l'amitié de l'un des plus illustres, de Senarmont, bon appréciateur du mérite, s'il en fut. De retour en Piémont, il fut nommé membre du Conseil supérieur des Mines.

» Tout en s'acquittant de son service, il ne tarda pas à publier des recherches extrêmement remarquables de cristallographie. A l'occasion de sa belle monographie des formes cristallines de trois minéraux rhomboédriques, de l'argent rouge, du quartz et de la calcite, il parvient à exprimer les relations entre les diverses formes d'une même espèce, à l'aide des diamètres conjugués d'ellipsoïdes inscrits dans la forme fondamentale de chaque type cristallin.

» Dans ses études sur les mâcles des cristaux de calcite, de dolomie et de quartz de Traverselle, il s'attache à rechercher les lois de groupement et la direction des axes d'assemblage des individus composants, question qui l'a sans cesse préoccupé comme étant de première importance pour éclairer la constitution moléculaire des corps.

» Le bore adamantin, obtenu par notre regretté Confrère Henri Sainte-Claire Deville, est reconnu par Sella comme appartenant au système quadratique et étant isomorphe avec l'étain.

» L'examen des formes cristallines et des caractères optiques de quelques sels dérivés de l'ammoniaque, et notamment les phosphines, ont conduit M. Sella à rechercher les relations qui peuvent exister entre la constitution chimique et quelques-unes des propriétés physiques des corps, les composés organiques lui paraissant particulièrement propres à mettre ces relations en évidence. Il montre, par exemple, dans les iodures la substitution de molécules d'une constitution très complexe à une molécule d'un corps simple comme l'argent.

» D'autres Mémoires sur les caractères géométriques des cristaux, sur la position de leurs axes de symétrie, sur les changements d'axes dans un système cristallin, sur les formes cristallines des sels de platine, de la pyrite de l'île d'Elbe, de l'anglésite de Sardaigne, de la savite, sont bien connus aussi des minéralogistes. Il en est de même de son étude du tripsomètre, instrument destiné à mesurer la dureté des corps.

» Nommé professeur de Minéralogie et de Géologie dans la nouvelle École des ingénieurs de Turin, il dota cette École d'une collection de minéraux qui en est un des plus précieux ornements.

» Lorsque le Piémont, séparé de la France par la haute chaîne des Alpes, entreprit de couper cette barrière, le Gouvernement sarde ne se mit à l'œuvre qu'après de longues et sérieuses études, dans lesquelles il s'entoura de toutes les lumières que pouvaient lui fournir la Science et la pratique la plus consommée. Des explorations faites à partir du Simplon avaient appris que la communication la plus directe se trouve placée entre Bardonèche et Modane. De plus, Élie de Beaumont et Angelo Sismonda, après une étude attentive de la constitution des roches que le percement devait rencontrer, avaient reconnu qu'elles ne présentent pas d'obstacles sérieux à la perforation. Mais le grand et difficile problème était encore loin d'une solution pratique : il fallait trouver des procédés d'exécution. Aidé par d'ingénieuses idées de notre savant Correspondant, M. Colladon, trois ingénieurs dont la mémoire sera conservée, Sommeiller, Grattone et Grandis, combinèrent un système complet, propre à pouvoir simultanément ventiler, perforer et déblayer. Le programme à réaliser s'appuyait sur une nouvelle machine désignée sous le nom de « compresseur hydraulique ». Il importait de s'assurer, par une série d'expériences préalables, que des moyens si nouveaux assureraient le succès; car la possibilité de transmettre à distance le travail de l'air comprimé avait été mise en doute par beaucoup de savants. M. Sella fit partie de la Commission qui fut instituée à cet effet et dont un savant éminent, M. le général Menabrea, fit, en 1858, connaître à notre Compagnie ([1]) les résultats dans un Rapport encourageant et plein d'intérêt. « Le percement des Alpes, est-il dit dans ce re-
» marquable écrit, en corrélation avec la coupure de Suez, se fera malgré
» les grands obstacles qui s'y opposent : par ces deux grandes opérations,
» un nouvel avenir s'ouvre à l'Europe. »

» M. Sella s'annonçait ainsi avec éclat dans la Science, lorsqu'il en fut distrait par son entrée dans la vie politique. En 1860, il fut élu député, et il n'a cessé depuis lors d'appartenir à la Chambre. Dans cette nouvelle carrière, il continua à montrer, en même temps qu'un dévouement complet à la chose publique, la netteté d'esprit, l'exactitude et la perspicacité dont il avait antérieurement donné des preuves. Comme Ministre des Finances, dont il tint trois fois le portefeuille de 1861 à 1873, dans des circonstances très difficiles, il fit preuve, non seulement de grandes connaissances économiques et d'une aptitude spéciale, mais aussi d'un véritable courage civil, en proposant et en faisant accepter, malgré l'impopularité qui s'y rat-

([1]) *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 1195; 1858.

tachait, des impôts fort lourds, mais nécessaires pour rétablir l'ordre dans les finances. Grâce à l'introduction d'un mécanisme mesureur, il parvint à rendre acceptable aux populations l'impôt sur la mouture, qui, antérieurement confié à des commis, provoquait des abus et des vexations. On lui doit aussi l'établissement en Italie de caisses d'épargne postales, bien avant qu'il y en eût en France.

» Dans la haute situation où son mérite l'avait porté, M. Sella ne cessa jamais de rendre à la Science des services de toutes sortes et même de la cultiver dans ses instants de loisir. Témoin le bel ouvrage sur les conditions de l'industrie des mines dans l'île de Sardaigne, qu'il publia en 1871, pour répondre à une mission qu'il avait reçue du Parlement. Après avoir exposé les conditions géologiques dans lesquelles se trouvent les grandes richesses métalliques de cette île, exploitées déjà par les Carthaginois et les Romains et sans doute, plus anciennement encore, par les Phéniciens, l'auteur en examine les conditions économiques et propose des mesures pour en développer l'activité : voies de transport, concessions de terrains, école de mineurs, carte géologique du pays et dispositions législatives.

» Le Comité chargé de l'exécution de la carte géologique de l'Italie et la Société géologique lui sont en grande partie redevables de leur fondation. A Turin, il concourut à la création de l'École d'application des ingénieurs qui fut installée dans un splendide palais, le Valentin, de même qu'il le fit pour les musées d'Histoire naturelle de cette ancienne capitale.

» La réorganisation de l'Académie royale des Lincei, fondée à Rome en 1603, la plus ancienne des Sociétés savantes de l'Europe et dont l'histoire a de belles pages, est, pour ainsi dire, son œuvre. Depuis qu'il en accepta la présidence, en mars 1874, il la transforma, et en fit le foyer intellectuel de l'Italie. Sur son initiative, les dotations en furent considérablement augmentées : des prix furent fondés, tant sur le budget de l'État que sur la cassette royale; les publications annuelles, naguère très restreintes, acquirent une importance considérable et reconnue de tous. Si l'Académie vient tout récemment de changer sa modeste installation du Campidoglio contre le magnifique palais Corsini, elle le doit non moins à la libéralité de la municipalité romaine qu'à la puissante influence de celui qui fut son président pendant dix ans et jusqu'au jour de sa mort.

» Sa haute intelligence et son infatigable activité se sont manifestées encore dans des directions très diverses. A part ses connaissances variées dans l'industrie, qui se sont hautement manifestées, lors de l'exposition de

Milan, en 1881, outre ses goûts littéraires, il était amateur fervent des courses de montagnes, et il laissera un souvenir parmi les alpinistes, non seulement par son intrépidité et son adresse dans les ascensions les plus ardues, mais aussi pour son rôle dans la fondation du Club alpin d'Italie dont il était Président à vie. On devait espérer que la robuste constitution qui, il y a peu de temps encore, bravait tant de fatigues ne serait pas si prématurément brisée. D'ailleurs il savait rattacher à ces agréables et utiles exercices des travaux d'un ordre scientifique, comme le montre son récit de l'ascension du mont Viso et ses remarques sur la constitution géologique de la majestueuse pyramide du Cervin, qu'il avait voulu gravir, dès 1865, et qu'il escalada, en 1877, accompagné de trois de ses fils.

» Sa conversation était pleine d'esprit; sa parole était facile; son éloquence, logique, persuasive, sans emphase, avait un caractère humoristique. Homme d'une aménité rare, d'une sûreté de relations à toute épreuve, d'une grande dignité et pourtant d'une simplicité de mœurs à laquelle il a voulu que ses funérailles se conformassent, M. Sella laisse un vide immense, dans la science, dans son pays, qui attendait encore beaucoup de lui, et dans le cœur de ses nombreux amis, sans distinction de nationalité. »

M. H. **Bouley** fait hommage à l'Académie d'un nouveau Volume de ses Leçons de Pathologie comparée, professées au Muséum d'Histoire naturelle. Ce Volume a pour titre « La nature vivante de la contagion; contagiosité de la tuberculose ».

M. **de Lesseps** fait hommage à l'Académie de deux Opuscules qu'il vient de publier sous les titres « Souvenirs d'un voyage au Soudan » et « L'Abyssinie ».

M. **Faye** présente à l'Académie, de la part de son Associé étranger, S. M. l'Empereur du Brésil, le deuxième Volume des « Annales de l'Observatoire de Rio-de-Janeiro ».

« Ce beau Volume comprend quatre parties : les Observations méridiennes, les Mémoires, les Documents chronométriques, la Météorologie.

» Les premières se réduiront aux observations zénithales, tant que l'observatoire de Rio restera dans sa situation actuelle. Du moins ces observations, étendues jusqu'aux étoiles de 9ᵉ grandeur, donneront les po-

sitions parfaitement exactes d'un grand nombre d'étoiles du ciel austral, réparties sur une zone de près de 1° d'amplitude.

» Les Mémoires actuellement publiés ont tous été adressés en leur temps à l'Académie et insérés dans les *Comptes rendus*. Il suffit donc de rappeler ici qu'ils portent sur une foule de points intéressants d'Astronomie physique, sur la planète Mars dont le volume présente de très beaux dessins, et particulièrement sur les grandes comètes du ciel austral qui ont été suivies avec tant de zèle et de succès à l'observatoire de Rio.

» La partie chronométrique n'est pas sans intérêt pour la France. A côté des nombreux chronomètres d'origine anglaise, on est heureux de voir que ceux de nos habiles constructeurs, Barraud, Breguet, Leroy et Vissière, tiennent la place la plus honorable et soutiennent parfaitement la comparaison. J'oserai dire, sans craindre d'être accusé de vanité nationale, que si, dans la colonne des observations, on rencontre des marches d'une régularité frappante, c'est ordinairement le nom d'un constructeur français qui se trouve placé en regard.

» Enfin, les observations météorologiques sont publiées sous la forme la plus claire. Les diagrammes qui y sont joints mettent en relief la constance et la régularité du climat de Rio. J'ai été particulièrement frappé de la concordance des marches du baromètre et de la température moyenne du jour; cet accord est tel, au Brésil, qu'il suffirait presque de renverser l'une des courbes pour obtenir l'autre.

L'Académie accueillera avec satisfaction le don que veut bien lui faire son illustre Associé; elle a constamment applaudi aux services que l'empire du Brésil ne cesse de rendre aux sciences dans toutes les directions; les *Annales de l'Observatoire de Rio-Janeiro* témoignent une fois de plus que l'Astronomie ne risque pas d'être négligée dans cette grande et importante partie du monde civilisé. »

M. **Albert Gaudry**, en présentant, au nom de Sir *Richard Owen*, notre Associé étranger, une Note sur la découverte d'un Mammifère dans le trias, s'exprime comme il suit :

« L'illustre Associé de l'Académie, dans sa quatre-vingtième année, poursuit avec plus d'ardeur que jamais ses recherches paléontologiques. Chacun sait que, parmi ses vastes travaux, on peut citer en première ligne ses Mémoires sur les Reptiles du trias de l'Afrique australe; il y a à Londres une étonnante collection de ces vieux Vertébrés dans l'incomparable Musée

de Paléontologie qui vient d'être installé à South Kensington; certains d'entre eux ont révélé quelque tendance vers le type mammifère. Aujourd'hui ce ne sont plus des Reptiles que Sir Richard Owen signale dans le trias de l'Afrique australe, c'est un Mammifère : il a pu étudier la plus grande partie de son crâne. On n'avait jamais, jusqu'à présent, trouvé un exemplaire aussi grand et aussi complet d'un Mammifère si ancien. Son nom de *Tritylodon* fait allusion à la disposition de ses dents molaires (τρεῖς, trois; τύλος, protubérance; ὀδών, dent). C'est du Stereognathus de l'oolithe que le Mammifère du trias africain est le moins éloigné. Il diffère tellement de tous les autres animaux connus qu'il ne saurait jeter aucune lumière sur les parentés des anciens Mammifères. Je rapporte de Londres un moulage de ce curieux fossile qui m'a été donné par M. Henry Woodward pour le Muséum de Paris; je le mets sous les yeux de l'Académie. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. C. Decharme adresse de nouveaux détails complétant l'observation du coup de foudre *globulaire* dont il a déjà entretenu l'Académie.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

M. Prébois adresse une Note relative à un ballon dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. C.-F. Lechien exprime le désir que ses appareils d'éclairage de sûreté soient soumis à l'examen de la Commission des prix Montyon.

(Renvoi à la Commission.)

## CORRESPONDANCE.

M. A. Bouquet de la Grye prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par le décès de M. *Y. Villarceau*.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. **Alf. Grandidier** adresse à l'Académie la même demande.

(Renvoi à la Section.)

ASTRONOMIE. — *Application de la lampe à incandescence à l'éclairage des instruments astronomiques.* Note de M. **G. Towne**, présentée par M. Wolf.

« Je suis parvenu à appliquer avec succès la lampe électrique à incandescence à l'éclairage des fils du réticule de mon cercle méridien et de mon équatorial, ainsi qu'à la lecture des verniers de ces lunettes. Deux lampes me suffisent pour mon observatoire.

» Pour mon équatorial une lampe est à demeure fixe; elle consiste, ainsi qu'on le sait, en un petit globe en verre, de la grosseur d'une noix, dans lequel se trouve un filament de charbon. Cette lampe est disposée dans un tube en cuivre de $0^m,08$ de longueur sur $0^m,04$ environ de diamètre. A l'orifice du tube qui fait face à la lunette est sertie une glace qui empêche la chaleur de pénétrer dans la lunette; à l'autre extrémité est fixé un bouchon en cuivre sur lequel s'ajustent à frottement doux les deux conducteurs souples qui amènent le courant. Ce tube, qui contient tout le système, est vissé sur la lunette équatoriale, en face d'un diaphragme mobile réfléchissant, formant couronne. Ce diaphragme est monté sur pivot et permet, au moyen d'un bouton placé à l'extérieur de la lunette, de régler la lumière jusqu'à obscurcissement complet du champ.

» L'autre lampe, placée dans une petite lanterne spéciale (système Bardoux), me sert alternativement à l'éclairage des fils du cercle méridien et à la lecture des verniers de ces lunettes. Les fils conducteurs sont placés à une certaine hauteur, et disposés de façon à ne pas gêner mes mouvements pendant les observations.

» Un commutateur permet d'éclairer instantanément l'une ou l'autre de ces lampes. J'obtiens le réglage de la lumière par la variation de l'intensité du courant, en immergeant plus ou moins profondément les éléments de la pile Trouvé ($4^{él}$ me suffisent), tout en conservant le réglage par le diaphragme réfléchissant.

» Grâce à ce système d'éclairage, qui permet l'occlusion complète de la lampe, et à la disposition particulière de la lanterne, je puis intercepter tout rayon lumineux, ce qui est inappréciable dans les observations astronomiques. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Ombres portées par les facules sur la pénombre des taches solaires.* Note de M. **E.-L. Trouvelot**, de l'Observatoire de Meudon, présentée par M. Janssen.

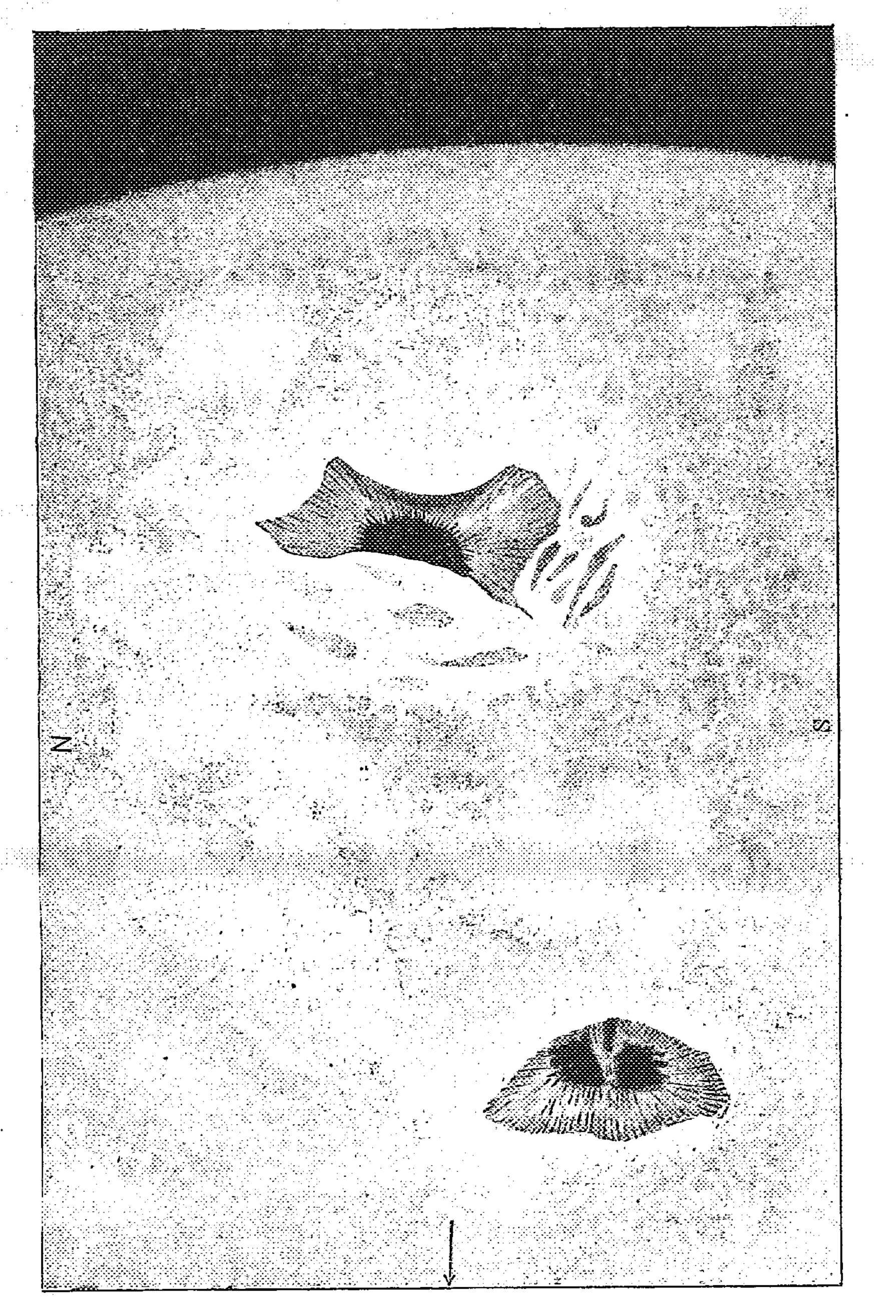
« Le 26 mai 1878, à $9^h 30^m$ du matin, temps moyen de Cambridge, Massachusetts, j'observais un groupe important de taches solaires qui était situé à 63°, près du limbe oriental. Ce groupe, représenté par la figure ci-jointe, était composé de deux grandes taches, reliées entre elles vers le nord par des facules brillantes. La plus grande de ces taches, qui était la plus proche du limbe solaire, l'avait traversé la veille dans la matinée, et n'en était par conséquent pas encore fort éloignée.

» Cette tache était envahie sur tout son pourtour, mais principalement à l'est et à l'ouest, par des facules massives très brillantes qui, s'avançant de part et d'autre au-dessus d'elle, recouvraient plus des deux tiers de sa surface totale. La partie visible de cette tache n'apparaissait que par l'étroite ouverture, dirigée du nord au sud, qui était laissée entre les facules. Sur les côtés occidental et méridional de la tache, les masses faculaires commençaient déjà à se rompre, comme l'indiquaient les taches grisâtres qui, quelques heures plus tard, étaient converties en véritables trouées, par lesquelles on distinguait la pénombre avec ses filets caractéristiques. A l'est de la tache, la facule formait, au contraire, une masse compacte et continue, sur laquelle on ne distinguait aucun indice de solution de continuité. Bien qu'elle fût de toute part recouverte par les facules, la bordure extérieure de la pénombre était cependant parfaitement indiquée par les facules elles-mêmes, qui formaient une ellipse lumineuse très bien définie, ayant les mêmes dimensions que la pénombre, comme cela devint évident quelques heures plus tard, quand les facules déchirées permirent de la reconnaître à travers leurs ouvertures.

» Bien que cette tache fût recouverte, à l'est comme à l'ouest, de facules énormes qui s'avançaient très loin sur elle, cependant, la sphéricité du Soleil, combinée avec la hauteur des facules au-dessus de la tache, et avec la position de cet objet près du limbe, permettait à l'observateur de pénétrer du regard sous la facule orientale, et par conséquent de voir une grande partie de la pénombre qui était située sous elle.

» Sur cette partie de la pénombre, on voyait une chose extraordinaire, et qui ressemblait tellement à une ombre qui aurait été portée par la masse faculaire surplombante, qu'il semblait inutile de chercher, et qu'il était

impossible d'admettre une autre explication que celle-là, tellement la chose paraissait évidente et s'imposait à l'esprit. Cette ombre, dont les contours




étaient un peu diffus, avait la même forme et reproduisait avec beaucoup d'exactitude les contours de la masse faculaire située au-dessus d'elle. Elle

n'était pas aussi noire que l'ouverture des taches nommée *ombrée*, mais d'une teinte très sombre, qui cependant permettait de reconnaître la structure radiée de la pénombre qu'elle recouvrait.

» Bien qu'extraordinaire, ce phénomène n'était cependant pas tout à fait nouveau pour moi, car je l'avais déjà soupçonné plusieurs fois auparavant, bien que dans des circonstances moins caractéristiques. Mais alors une ombre portée sur le Soleil me paraissait une chose si paradoxale, si impossible, que je n'attachai que peu d'importance à ces observations, et ne leur donnai pas l'attention qu'elles méritaient. Mais, dans ce dernier cas, le phénomène était si apparent, qu'il n'y avait pas à s'y tromper. Je représentai le phénomène par le dessin, dont la figure annexée est une reproduction assez fidèle.

» En retournant en arrière et en consultant mon journal, je trouve consignées plusieurs observations qui viennent confirmer, d'une manière plus ou moins directe, le phénomène observé le 26 mai 1878.

» Le 28 février 1872, j'avais déjà remarqué quelque chose d'inexplicable sous une grosse facule qui couvrait en grande partie la pénombre orientale d'une tache située à l'est près du limbe. Le phénomène me parut si singulier, que je dessinai cette tache avec soin. Le 16 mars de la même année, un phénomène à peu près semblable, observé sur la pénombre d'une tache située près du limbe occidental, que j'ai aussi dessiné, m'avait suggéré l'idée qu'il ne pouvait être dû qu'à une ombre portée par une masse faculaire qui lui était contiguë. Les 28 octobre et 4 novembre 1877, j'ai encore observé des phénomènes semblables.

» Si les facules massives qui recouvraient la pénombre de la tache observée le 26 mai 1878 avaient été aussi brillantes en dessous qu'elles l'étaient en dessus, où leur éclat était bien supérieur à celui de la surface solaire environnante, il est évident qu'aucune ombre n'aurait été possible. au-dessous d'elles, et que la pénombre aurait eu partout un éclat uniforme. Nous sommes donc assurés par cette observation que la lumière intense dont brillaient ces facules ne pouvait pénétrer bien profondément leur masse, et qu'elle était principalement générée, soit sur leur surface supérieure, soit très près de cette surface.

» Que ce phénomène ne soit pas un cas particulier, mais général, cela semble prouvé, d'abord par les observations précédentes, et ensuite par le fait d'observation suivant : Quand une masse faculaire, assez puissante pour recouvrir une grande partie d'une tache solaire, commence à se déchirer de quelques petites ouvertures isolées, ces ouvertures ne se montrent pas sous forme de taches grisâtres, comme cela devrait avoir lieu si la pénombre

qui est située au-dessous d'elles était aussi brillante que quand elle est libre de facules; mais elles se montrent toujours sous forme de *taches noires*. Il n'y a que quand les déchirures faculaires s'élargissent, ou deviennent assez nombreuses pour permettre à la lumière de la surface de pénétrer par elles, et de dissiper les ténèbres, qu'elles apparaissent comme des taches grises, sur lesquelles on distingue bientôt la structure radiée de la pénombre. Cela, avec le fait bien prouvé que les ponts et les facules brillantes qui pénètrent par l'ouverture des taches et s'enfoncent sous la photosphère *perdent bientôt leur éclat* en y pénétrant, semble suggérer l'idée que la lumière brillante émise par les facules, et peut-être même toute la lumière solaire, est générée à la surface de l'astre, la présence de l'atmosphère coronale étant peut-être nécessaire à sa production. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications arithmétiques de la théorie des fonctions elliptiques.* Note de M. **Stieltjes.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Je viens de lire, dans les *Comptes rendus,* l'intéressant article de M. Hurwitz, qui m'a fait consulter de nouveau l'article de M. Liouville ($2^e$ série, t. IV). M. Hurwitz a parfaitement raison en disant qu'une partie des résultats que j'ai donnés se déduisent des théorèmes que M. Liouville y donne. En effet, ces théorèmes ne sont autre chose que l'interprétation arithmétique de votre *première* formule

$$\begin{aligned} &1^2 q + 2^2 q^{2^2} + 3^2 q^{3^2} + \dots \\ &\quad = (1 + 2q + 2q^{2^2} + 2q^{3^2} + \dots)\left[\frac{q^1}{(1+q)^2} + \frac{q^3}{(1+q^3)^2} + \frac{q^5}{(1+q^5)^2} + \dots\right]. \end{aligned}$$

Mais vous savez que la déduction de cette relation

$$F(4^k m) = 240[2f(k) - 1]B(m) \qquad (m \equiv 1, \ \text{mod.}\ 8)$$

ne se peut tirer de là, et alors votre seconde formule

$$\begin{aligned} &1^2 q^{\frac{1^2}{4}} + 3^2 q^{\frac{3^2}{4}} + 5^2 q^{\frac{5^2}{4}} + \dots \\ &\quad = \left(q^{\frac{1}{4}} + q^{\frac{3^2}{4}} + q^{\frac{5^2}{4}} + \dots\right)\left[1 + \frac{8q^2}{(1+q^2)^2} + \frac{8q^4}{(1+q^4)^2} + \dots\right] \end{aligned}$$

ou quelque théorème arithmétique équivalent) devient indispensable.

A la fin de son article, M. Liouville dit lui-même que ces théorèmes donnent lieu à quelques résultats curieux concernant la décomposition en cinq carrés, et il exprime son intention d'exposer cela dans un autre article; mais je ne crois pas qu'il ait publié cet article.

» Quand je me suis occupé de la décomposition en sept carrés, la première chose que j'ai tâché d'obtenir, c'étaient ces relations entre $F_7(4m)$ et $F_7(m)$. J'avais mené à bonne fin cette recherche, mais je sentais encore le besoin de revoir mes raisonnements et mes calculs. Après cette revision, voici les résultats, qui ne sont guère plus compliqués que dans le cas de la décomposition en cinq carrés :

» Soient $f(k) = \frac{40.32^k - 9}{31}$, $g(k) = \frac{32^{k+1} - 1}{31}$ et $F_7(n)$ le nombre total des décompositions de $n$ en sept carrés; alors

$$F_7(4^k m) = f(k) F_7(m) \qquad (m \equiv 1 \text{ ou } 2, \text{ mod. } 4),$$
$$F_7(4^k m) = g(k) F_7(m) \qquad (m \equiv 3 \quad \text{mod. } 8),$$
$$F_7(4^k m) = \frac{28 f(k) + 9}{37} F_7(m) \qquad (m \equiv 7 \quad \text{mod. } 8).$$

» Il serait intéressant de déduire ces relations encore des formules elliptiques, mais je n'ai point sérieusement abordé cette question, ayant abandonné ces recherches après quelques tentatives infructueuses, et, pour le moment, d'autres travaux demandent tous mes efforts.

» Mais voici encore un autre résultat, bien particulier certainement, auquel conduit l'analyse des fonctions elliptiques :

» Soit $d$ parcourant le diviseur impair de $n$,

$$\psi(n) = \Sigma(-1)^{\frac{d-1}{2} + \frac{d^2-1}{8}} = \sum \left(\frac{-2}{d}\right) \quad \text{et} \quad \psi(0) = \tfrac{1}{2};$$

alors, dans le cas $n \equiv 2$ (mod. 4), on peut exprimer la fonction $F(n)$ de M. Kronecker par la formule

$$F(n) = \tfrac{1}{2} \Sigma \psi(n - 2r^2) = \Sigma \psi(n - 8r^2) \qquad (r = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots).$$

A l'aide de la méthode de M. Hurwitz, on peut tirer de là la valeur de $F(2k^2)$, en sorte que la relation générale

$$F(np^{2k}) = \left[ p^k + p^{k-1} + \ldots + p + 1 - \left(\frac{-n}{p}\right)(p^{k-1} + \ldots + p + 1 \right] F(n)$$

est vérifiée maintenant, dans les cas $n = k^2$, $n = 2k^2$, à l'aide des formules elliptiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une nouvelle généralisation des fonctions abéliennes*. Note de M. **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans une série de Communications précédentes, j'ai déjà indiqué une première généralisation des fonctions abéliennes de deux variables indépendantes : ce sont les fonctions *hyperfuchsiennes*. Celles-ci ne changent pas quand on effectue sur les variables $x$ et $y$ un groupe de substitutions de la forme

$$\left(x, y, \frac{M_1 x + P_1 y + R_1}{M_3 x + P_3 y + R_3}, \frac{M_2 x + P_2 y + R_2}{M_3 x + P_3 y + R_3}\right).$$

Mais la généralisation peut se poursuivre dans une autre direction, et je m'arrêterai sur le cas des fonctions de deux variables indépendantes $x$ et $y$ qui ne changent pas, quand on effectue sur $x$ et $y$ un groupe de substitutions de la forme

$$\left(x, y, \frac{ax + b}{cx + d}, \frac{a'y + b'}{c'y + d'}\right). \tag{1}$$

Comme on le voit, $x$ et $y$ se trouvent remplacés respectivement par des fonctions de $x$ et $y$ seulement, mais il ne faut pas oublier que ces substitutions doivent se faire simultanément. Dans le cas où les deux substitutions

$$\left(x, \frac{ax + b}{cx + d}\right) \quad \text{et} \quad \left(y, \frac{a'y + b'}{c'y + d'}\right), \tag{2}$$

relatives respectivement à $x$ et à $y$, forment des groupes discontinus, les fonctions de $x$ et $y$, invariables par les substitutions du groupe (1), se ramènent aux fonctions fuchsiennes de M. Poincaré, mais il en est tout autrement si les groupes (2), pris séparément, sont continus, leur ensemble, représenté par les substitutions (1), étant toutefois, bien entendu, discontinu par rapport à un système de valeurs de $x$ et $y$.

» Considérons même, d'une manière plus générale, des fonctions de deux variables qui ne changent pas quand on effectue sur $x$ et $y$ un groupe dont les substitutions sont de l'une et l'autre forme

$$\left(x, y, \frac{ax + b}{cx + d}, \frac{a'y + b'}{c'y + d'}\right) \quad \text{et} \quad \left(x, y, \frac{\alpha y + \beta}{\gamma y + \delta}, \frac{\alpha' x + \beta'}{\gamma' x + \delta'}\right); \tag{3}$$

pour éviter une périphrase, nous désignerons de telles fonctions sous le nom de *fonctions hyperabéliennes*.

» Je voudrais indiquer un exemple de fonctions hyperabéliennes, qui a d'ailleurs son origine dans la théorie même des fonctions abéliennes. Considérons une courbe du second genre, et désignons, suivant l'usage, par

$$\begin{matrix} 1 & 0 & G & H \\ 0 & 1 & H & G' \end{matrix}$$

le tableau des périodes des intégrales normales. Les trois modules s'expriment, comme on sait, par des fonctions uniformes de G, H et G'; supposons qu'on ait, entre ces quantités, la relation

$$H^2 - GG' = D,$$

D étant un entier positif. Nous pourrons poser

$$H = \sqrt{D}\frac{x-y}{x+y}, \quad G = \frac{-2\sqrt{D}}{x+y}, \quad G' = \frac{2\sqrt{D}xy}{x+y}.$$

Ces trois modules seront alors des fonctions uniformes de $x$ et $y$. D'ailleurs, en écrivant

$$H = h_0 + ih, \quad G = g_0 + ig, \quad G' = g'_0 + ig'.$$

» On doit avoir, comme il est bien connu,

$$g > 0, \quad g' > 0 \quad \text{et} \quad h^2 - gg' < 0;$$

on en conclut que ces fonctions de $x$ et $y$ ne sont définies que pour les valeurs de $x$ et $y$ (on pose $x = x' + ix''$ et $y = y' + iy''$), dans lesquelles $x''$ et $y''$ sont tous deux positifs.

» Cela posé, il existe un groupe de substitutions relatives à H, G et G', laissant invariables les trois modules, et leur étude approfondie a été faite par M. Hermite dans son Mémoire *Sur la transformation des fonctions abéliennes*. Dans ce groupe, je ne considère que le sous-groupe, qui laisse inaltérée l'expression $H^2 - GG'$; à ce sous-groupe correspondra un groupe $\Gamma$ relatif aux deux variables indépendantes $x$ et $y$, et toutes les substitutions du groupe $\Gamma$ sous l'une ou l'autre des formes (3).

» Nous avons donc là un exemple d'un groupe *hyperabélien* et de fonctions *hyperabéliennes* correspondantes. Les coefficients des substitutions effectuées sur $x$ et $y$ sont des quantités réelles; dans le cas où D est un carré parfait, les groupes

$$\left(x, \frac{ax+b}{cx+d}\right) \quad \text{et} \quad \left(y, \frac{a'y+b'}{c'y+d'}\right)$$

sont séparément discontinus, et les fonctions trouvées se ramènent aux fonctions elliptiques modulaires. On est alors dans un de ces cas de réduction d'intégrales hyperelliptiques aux intégrales elliptiques dont j'ai fait autrefois l'étude.

» Il en est autrement quand D n'est pas un carré parfait : les groupes précédents, pris séparément, sont continus, et c'est seulement en effectuant leurs substitutions simultanément sur $x$ et $y$ qu'on obtient un groupe discontinu relatif à ces deux variables.

» Diverses considérations arithmétiques, que je développerai ultérieurement, m'ont conduit à une classe étendue de groupes hyperabéliens, et je me propose de faire une étude approfondie des fonctions hyperabéliennes. Je terminerai en montrant seulement comment la théorie de ces fonctions se rattachera aux équations différentielles partielles. Soit

$$r = ap + bq + cz, \quad t = a'p + b'q + c'z,$$

où les $a$, $b$, $c$ sont des fonctions algébriques de $x$ et $y$, un système de deux équations linéaires simultanées du second ordre aux dérivées partielles, ayant *quatre* solutions communes, linéairement indépendantes, mais *liées par une relation quadratique*. On sait que, dans le cas des équations linéaires du quatrième ordre à une seule variable, ce cas particulier a fait l'objet des intéressantes recherches de M. Goursat (*Bulletin de la Société mathématique*, 1883) et a aussi été examiné par M. Halphen dans ses mémorables études sur la réduction des équations linéaires.

» Désignons par $\omega_1$, $\omega_2$, $\omega_3$ et $\omega_4$ quatre solutions distinctes des équations précédentes, liées par la relation $\omega_1 \omega_2 = \omega_3 \omega_4$.

» Si l'on pose

$$\frac{\omega_1}{\omega_3} = u, \quad \frac{\omega_2}{\omega_3} = v,$$

et que l'on considère ces équations comme donnant $x$ et $y$ (dont sont fonctions les $\omega$) en fonction de $u$ et $v$; si les fonctions $x$ et $y$ ainsi obtenues sont uniformes, ce seront des fonctions hyperabéliennes de $u$ et $v$. »

MÉCANIQUE. — *Sur la poussée d'une masse de sable, à surface supérieure horizontale, contre une paroi verticale ou inclinée.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« I. Lorsqu'une masse sablonneuse, d'un certain poids spécifique $\Pi$, d'un angle $\varphi$ de frottement intérieur et d'une hauteur uniforme $h$ au-dessus

du sol horizontal qui la porte, est limitée latéralement par une paroi plane rugueuse, mobile autour de sa base, faisant d'ailleurs un angle positif $i$ (en fruit intérieur) avec la verticale, et retenue par une force extérieure juste suffisante pour l'empêcher de se renverser, une très petite diminution de cette force détermine dans la masse la formation, à partir du bas de la paroi, de deux surfaces de rupture, dont l'une peut suivre la paroi même, et qui comprennent entre elles un coin de sable passé tout entier à un état d'équilibre limite, dit *ébouleux*, où il y a en chaque point une pression faisant avec la normale à l'élément plan qui la supporte l'angle maximum $\varphi$.

» Pour arriver aux lois de cet équilibre limite, prenons comme origine le point où se coupent le profil de la paroi et celui de la surface libre, comme axe des $y$ ce dernier, comme axe des $x$ une verticale dirigée vers le bas; et désignons par $-N_x$, $-N_y$, $T$ les composantes, normales et tangentielle, des pressions exercées en chaque point $(x, y)$ du coin sur l'unité d'aire des éléments plans normaux aux $x$ et aux $y$. Si nous appelons $a$ la tangente de l'angle $45^\circ - \frac{1}{2}\varphi$, que font en $(x, y)$, avec l'élément plan supportant la plus petite pression, les deux qui s'y trouvent le plus obliquement pressés, les composantes $-N_x$, $-N_y$, $T$ vérifieront les trois équations indéfinies

$$(1) \quad \frac{dN_x}{dx} + \frac{dT}{dy} + \Pi = 0, \quad \frac{dT}{dx} + \frac{dN_y}{dy} = 0, \quad (N_x - a^2 N_y)(N_y - a^2 N_x) = (1 + a^2)^2 T^2,$$

dont la troisième exprime la propriété caractéristique de l'état ébouleux. De plus, à la surface libre du coin, pour $x = 0$ et $y > 0$, $N_x$, $T$ et, par suite, $N_y$ s'annulent, tandis que, sur ses autres surfaces, où le coin sablonneux glisse contre le reste du massif ou contre une mince couche de même nature adhérente à la paroi, le rapport de la composante tangentielle de la pression extérieure à sa composante normale vaut $\tang \varphi$.

» Les deux premières équations (1), appliquées pour la valeur $x = 0$ qui annule $N_x$, $N_y$, $T$ quel que soit $y$, montrent que les dérivées en $x$ de $N_x$ et $T$ sont alors $-\Pi$ et zéro. On a donc sensiblement, dans une mince couche supérieure du coin sablonneux, $N_x = -\Pi x$, $T = 0$, et, d'après la troisième (1) complétée par ce fait que $-N_y$ est inférieur à $-N_x$, $N_y = a^2 N_x = -\Pi a^2 x$. Appelons $-\Pi t$, $\Pi s$, $-\Pi r$ des termes, très petits en comparaison de $\Pi x$, rendant ces expressions rigoureuses, ou posons

$$(2) \qquad N_x = -\Pi(x + t), \quad T = \Pi s, \quad N_y = -\Pi(a^2 x + r).$$

Les deux premières relations (1) transformées exprimeront que $s$ et $t$, $r$ et $s$ sont les dérivées respectives en $x$ et en $y$ de deux certaines fonctions,

ou, vu l'égalité des deux valeurs de $s$, que $r$, $s$, $t$ sont les trois dérivées secondes d'une autre fonction $\varpi$ en $dx^2$, $dx\,dy$, $dy^2$. Et la troisième (1) devient, en appelant finalement $\varepsilon$ une quantité très petite, l'équation aux dérivées partielles, en $\varpi$,

$$(3) \qquad r - a^2 t = \frac{(1+a^2)^2 s^2}{(1-a^4)x + t - a^2 r} = (\text{sensiblement}) \; \frac{1+a^2}{1-a^2}\,\frac{s}{x} = \varepsilon s.$$

» Or, pour $x$ très petit, si $r$, $s$, $t$ ne sont pas nuls, leurs dérivées en $y$ qui, multipliées par $dy$ et intégrées sur des longueurs finies $\int dy$, y donnent au plus $r$, $s$, $t$, sont très inférieures à leurs dérivées en $x$, lesquelles, multipliées par $dx$ et intégrées de $x = 0$ à $x = x$, donnent $r$, $s$, $t$. Donc la dérivée de $t$ en $x$, qui vaut celle de $s$ en $y$, est négligeable devant la dérivée de $s$ en $x$, et $t$ est beaucoup plus petit que $s$; de même, la dérivée de $s$ en $x$, qui égale celle de $r$ en $y$, est négligeable devant la dérivée de $r$ en $x$, et $s$ est beaucoup plus petit que $r$. L'équation (3) devient alors, en y mettant $r$ en facteur commun, transposant les termes du dernier membre dans le premier membre, et appelant $\varepsilon_1$ un nombre très voisin de zéro, $r(1+\varepsilon_1) = 0$, ou $r = 0$. C'est dire que $r$, $s$, $t$ sont nuls dans toute la couche supérieure considérée du coin de sable, sauf aux points où $r$, $s$, $t$ varieraient en fonction de $y$ avec une rapidité exceptionnelle, mettant le raisonnement précédent en défaut sur une longueur $\int dy$ comparable à $x$. Or il ne peut y avoir une telle région exceptionnelle qu'au voisinage de la paroi; car, au moment où le coin sablonneux est sur le point de se former, l'état physique varie évidemment d'une manière graduelle en fonction de $y$ dans la couche supérieure du massif, dès qu'on se trouve à une distance sensible de son bord $y = 0$. Et, près de ce bord où $s$ peut devenir comparable à $r$, quand le coin de terre s'étend jusque-là, le dernier membre de (3) est encore rendu négligeable, en comparaison du terme $r$, par le facteur $\varepsilon$; de sorte que la fonction $\varpi$ y varie conformément à l'équation de d'Alembert, $r - a^2 t = 0$. On y a donc, en appelant $f$ une fonction arbitraire de $y - ax$ et $f_1$ une fonction arbitraire de $y + ax$,

$$(4) \quad \varpi = f + f_1, \quad \text{d'où} \quad r = a^2(f'' + f''_1), \quad s = -a(f'' - f''_1), \quad t = f'' + f''_1.$$

» Mais les conditions $(r, s, t) = 0$ pour $x = 0$ et $y > 0$ obligent à annuler $f''$ et $f''_1$ pour les valeurs positives de leurs variables $y \mp ax$; ce qui comprend toutes leurs valeurs dans le massif quand l'inclinaison tang $i$ de la paroi sur la verticale est $> a$. Alors on a, dans toute la couche supérieure du coin de sable, quelles qu'en soient les limites, $(r, s, t) = 0$. Et, lorsque,

au contraire, $\tang i$ est $< a$, ou $i < 45^\circ - \frac{1}{2}\varphi$, la fonction $f''_1$ continue à s'annuler partout, mais non $f''$ qui subsiste dans l'angle compris entre la paroi et la droite $y = ax$, où sa variable $y - ax$ est négative.

» En partant de la base inférieure de la couche comme on était parti de la surface libre et considérant une seconde couche sous-jacente, puis une troisième, etc., on verrait de même que, dans le cas $i > 45^\circ - \frac{1}{2}\varphi$, $r$, $s$, $t$ sont nuls pour tout le coin de sable; ce qui réduit les formules (2) à celles de Rankine ou de M. Maurice Lévy, et ce qui implique, pour le coin de sable, la forme d'un prisme triangulaire isoscèle renversé, ayant son arête inférieure au bas de la paroi, comme plan de symétrie le plan vertical mené suivant cette arête, et pour angle de ses deux faces latérales, ou *plans de rupture*, $90^\circ - \varphi$ : en effet, les seuls éléments plans qui, lorsque $r$, $s$, $t$ sont nuls, supportent des pressions faisant avec leur normale l'angle $\varphi$ et puissent ainsi composer les surfaces de rupture, sont ceux que représente l'équation $y \mp ax = \text{const.}$ La poussée exercée sur la paroi se composera, comme le voulait Rankine : 1° du poids de tout le prisme sablonneux situé au-dessus d'elle ou limité par le plan vertical de sa base; 2° de la pression horizontale exercée sur ce plan, et qui est celle d'une masse fluide de hauteur $h$ dont le poids spécifique vaudrait $\Pi a^2 = \Pi \tang^2(45^\circ - \frac{1}{2}\varphi)$.

» II. Dans le cas contraire, seul usuel, où $i$ est inférieur à $45^\circ - \frac{1}{2}\varphi$, le même raisonnement donne encore $f''_1 = 0$ dans toute l'étendue du coin qui se détache, et $(r, s, t) = 0$ en tous les points de sa seconde couche ou, par suite, des suivantes, situés au delà du plan $y = ax$; mais, en deçà, où $y$ est $< ax$, les valeurs de $f''(y - ax)$ déjà employées pour la première couche se continuent dans la seconde; il s'y en adjoint même d'autres, pour les parties de celle-ci, adjacentes à la paroi, où $y - ax$ reçoit des valeurs négatives nouvelles. Et ainsi de suite, de couche en couche, sans qu'on ait toutefois le droit de s'y écarter beaucoup du plan $y = ax$, puisque l'analyse précédente est restreinte à la région où $r$, $s$, $t$, nuls sur ce plan, n'ont pas encore grandi au point d'être comparables à $x$. On y aura donc, avec une approximation décroissante, $r = a^2 f''$, $s = -af''$, $t = f''$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Théorie et formules pratiques des machines magnéto-électriques à courants alternatifs.* Note de M. **Félix Lucas**, présentée par M. Cornu.

« L'induit mobile d'une machine magnéto-électrique à courants alternatifs comprend $N = \mu\nu$ bobines égales, et l'on attelle en quantité $\nu$ groupes de $\mu$ bobines associées en tension; il y a autant de modes d'attelage pos-

sibles qu'il y a de manières de décomposer N en deux facteurs entiers $\mu$ et $\nu$. L'inducteur est composé d'aimants fixes.

» Pour un mode d'attelage déterminé on peut d'abord imposer à l'induit une vitesse de rotation fixe de $n$ tours par minute. Les effets obtenus varient alors avec la résistance R du conducteur avec lequel on ferme le circuit. Soit I l'intensité du courant électrique et T le travail moteur reçu par la machine et transformé par elle en énergie électrique; I et T sont deux fonctions de R. Désignons, d'autre part, par $r$ la résistance (mesurée, par exemple, au moyen d'un pont de Wheatstone) du système des bobines entrant dans le circuit. On pourra exprimer R et $r$ en ohms, I en ampères et T en chevaux-vapeur. Le principe de la conservation de l'énergie donne d'abord

$$(1) \qquad (\mathrm{R}+r)\mathrm{I}^2 = 75g\mathrm{T}.$$

» Pour obtenir une seconde équation, on peut recourir à l'expérience. Je ferme le circuit par un conducteur de résistance inconnue; un électro-dynamomètre me fait connaître l'intensité I du courant; la pression indiquée par le manomètre de la machine à vapeur motrice me fait connaître le travail qu'elle produit et duquel je retranche le travail (mesuré d'avance) absorbé par les transmissions et par le mouvement de la machine lorsqu'elle tourne à circuit ouvert : je connais ainsi T. En faisant varier la résistance extérieure depuis zéro jusqu'à l'infini, de manière à obtenir un grand nombre de systèmes de valeurs I et T correspondantes, on obtient les éléments d'un tracé graphique dans lequel on prend I pour abscisse et T pour ordonnée. J'ai reconnu ainsi que *la loi suivant laquelle* T *dépend de* I *est représentée par une parabole du second degré qui passe par l'origine des coordonnées et dont l'axe est vertical.* On a, par conséquent,

$$(2) \qquad \rho(\mathrm{I}-h)^2 = 75g(k-\mathrm{T}).$$

» Les valeurs numériques des trois paramètres $\rho$ (résistance), $h$ (intensité) et $k$ (travail mécanique) se déterminent à la demande du graphique; comme la courbe passe par l'origine des coordonnées, on a

$$(3) \qquad \rho h^2 = 75gk.$$

» Si l'on élimine T entre les équations (1) et (2), en tenant compte de la formule (3) et posant

$$(4) \qquad \varphi = 2\rho h,$$

on trouve qu'il existe entre R et I la relation très simple

$$(5)\qquad (R + r + \rho)I = \varphi.$$

» Le paramètre $\varphi$ s'exprime en volts, comme une force électromotrice; $\rho$ représente une résistance *fictive*, à laquelle ne correspond aucune consommation de travail mécanique. Les deux équations (1) et (5) contiennent toutes les lois du fonctionnement de la machine pour une vitesse constante de l'induit et pour un mode d'attelage fixe.

» Si l'on veut déterminer directement $\varphi$ et $\rho$, on peut faire deux expériences précises, en donnant à la résistance R deux valeurs connues R′ et R″ et mesurant les intensités correspondantes I′ et I″. On aura ainsi

$$(6)\qquad \begin{cases} \rho = \dfrac{R''I'' - R'I'}{I' - I''} - r, \\ \varphi = (R'' - R')\dfrac{I'I''}{I' - I''}. \end{cases}$$

» Pour des vitesses variables de l'induit, $\rho$ et $\varphi$ deviennent des fonctions du nombre $n$ des tours par minutes. En déterminant expérimentalement la nature de ces fonctions, $n$ variant depuis 150 jusqu'à 850 tours, j'ai reconnu qu'elles sont linéaires. En d'autres termes : *Les paramètres $\rho$ et $\varphi$ croissent en raison directe de n.* On a donc

$$(7)\qquad \begin{cases} \varphi = a + \alpha n, \\ \rho = b + \beta n, \end{cases}$$

et la formule (5) devient

$$(8)\qquad I = \frac{a + \alpha n}{R + r + b + \beta n};$$

j'ai vérifié cette formule par un très grand nombre d'expériences.

» Il reste à tenir compte du mode d'attelage de la machine. Or l'expérience m'a conduit aux observations suivantes :

» *L'attelage en tension de $\mu$ systèmes identiques multiplie par $\mu$ les paramètres $\rho$, $\varphi$ et r; l'attelage en quantité de $\nu$ systèmes identiques divise par $\nu$ les paramètres $\rho$ et r sans modifier le paramètre $\varphi$.*

» Si donc nous désignons par $a_1$, $\alpha_1$, $b_1$, $\beta_1$ et $r_1$ des paramètres correspondant à une seule des bobines, nous aurons

$$(9)\qquad a = \frac{\mu}{\nu}a_1, \quad \alpha = \frac{\mu}{\nu}\alpha_1, \quad r = \frac{\mu}{\nu}r_1, \quad b = \mu b_1, \quad \beta = \mu\beta_1.$$

» L'énergie électrique fournie par la machine au circuit extérieur est donnée par la formule

$$(10) \qquad 75 g T_e = \frac{N(a_1 + \alpha_1 n)^2 R}{[\nu R + \mu(r_1 + b_1 + \beta_1 n)]^2}.$$

» Elle devient *maximum* lorsque l'on satisfait à la relation

$$(11) \qquad \nu R = \mu(r_1 + b_1 + \beta_1 n),$$

et sa valeur est alors

$$(12) \qquad 75 g T_e = \frac{N(a_1 + \alpha_1 n)^2}{4(r_1 + b_1 + \beta_1 n)}.$$

» Mes expériences, pour obtenir et vérifier ces diverses formules, ont été faites au Dépôt central des phares, en décembre, janvier et février dernier, avec des machines magnéto-électriques du système Méritens. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le phénomène de Hall.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Jamin.

« Si l'on place entre les pôles d'un puissant électro-aimant, perpendiculairement aux lignes de force magnétiques, une lame métallique très mince traversée par un courant, il se développe dans cette lame une force électromotrice transversale, que M. Hall considère comme due à une pression subie par ce courant.

» M. Righi a reconnu que l'effet est bien plus grand dans le bismuth que dans les autres métaux étudiés jusqu'ici.

» Je me suis procuré une lame rectangulaire de bismuth ayant $0^m,03$ de large sur $0^m,05$ de long et d'une épaisseur d'environ $0^{mm},04$. Cette lame, collée sur verre au moyen de baume de Canada, est plongée dans l'eau pure, afin d'éviter l'échauffement considérable qu'elle prend sans cette précaution sous l'influence du courant qui la traverse. Deux larges pinces fixées aux extrémités de la lame donnent accès au courant; deux autres fixées sur ses côtés portent les fils qui conduisent à l'électromètre capillaire; ces dernières sont placées autant que possible sur une ligne équipotentielle. La différence de potentiel qui s'y établit lorsque la lame est convenablement placée dans le champ magnétique est mesurée par compensation.

» Cette différence de potentiel dépend :

» 1° De l'intensité du courant qui traverse la lame ;

» 2° De sa température ;

» 3° De l'intensité magnétique moyenne dans l'espace qu'elle occupe dans le champ.

» I. Dans une série d'expériences, j'ai fait varier seul le courant qui traverse la lame ; il a atteint 9 ampères. La différence de potentiel des électrodes parasites est proportionnelle à l'intensité de ce courant, ainsi qu'il résulte du Tableau ci-joint, extrait de l'une de mes expériences.

| C. | I. | E. | $\frac{E.10^6}{CI}$. |
|---|---|---|---|
| amp | amp | volt | |
| 5,77 | 5,127 | 0,01248 | 421 |
| 5,98 | 3,572 | 895 | 419 |
| 5,97 | 2,119 | 531 | 420 |
| 5,93 | 1,386 | 343 | 417 |
| 5,92 | 0,823 | 205 | 421 |
| 5,90 | 0,647 | 159 | 417 |
| 5,87 | 0,330 | 81 | 419 |
| | | Moyenne..... | 419 |

C désigne l'intensité du courant dans l'électro-aimant,
I » » la lame,
E » la différence de potentiel des électrodes parasites dans le champ magnétique.

» I. J'ai fait varier la température de la lame entre 12° et 57°. La différence de potentiel observée a diminué en moyenne de 39 dix-millièmes de sa valeur à 0° par degré centigrade. J'ai trouvé que la résistance du bismuth diminue de 42 dix-millièmes de sa valeur à 0° pour la même élévation de température. Cette différence de potentiel est donc sensiblement proportionnelle, dans le bismuth, à la chute de potentiel le long de la lame. La ligne équipotentielle qui passe par les électrodes parasites s'est inclinée d'un certain angle qui, dans les expériences, n'a pas dépassé 5°, mais qui augmente avec l'intensité magnétique.

» III. Enfin, j'ai fait varier seule l'intensité du courant, qui traverse l'électro-aimant. J'ai construit des courbes qui représentent en unités arbitraires, en fonction de cette intensité, d'une part, la différence de potentiel E et, de l'autre, l'intensité magnétique M mesurée par l'induction sur un toron de même dimension que la lame tournant à 180° dans le champ. La différence de potentiel est proportionnelle à l'intensité magné-

tique, tant que le courant qui anime l'électro-aimant ne dépasse pas $7^{amp}$. A $12^{amp}$, l'écart est d'environ 7 pour 100.

| C. | E. | I. | $\frac{E}{I} \times 10^4$. | C. | M. |
|---|---|---|---|---|---|
| amp | volt | amp | | amp | |
| 5,26..... | 0,00632 | 9,08 | 696 | 5,11.... | 596 |
| 9,22..... | 963 | 9,04 | 1065 | 8,99.... | 968 |
| 11,68..... | 0,01100 | 8,94 | 1230 | 11,68.... | 1162 |

» *Expériences sur l'argent.* — J'ai constaté sur une feuille d'argent ayant une épaisseur de $0^{mm}$,0002 que la différence de potentiel des électrodes parasites diminue de 0,004 à 0,005 de sa valeur par degré centigrade, tandis que la résistance de ce métal augmente avec la température. Il en résulte que la déviation des lignes équipotentielles dépend ici de la température, tandis qu'elle en est sensiblement indépendante dans le bismuth.

» *Conclusions.* — En résumé, si l'intensité magnétique ne dépasse pas une certaine valeur, on peut représenter la déviation de la ligne équipotentielle et des lignes de force aux points où elles la coupent par la formule $D = kM(1 - at)$, $k$ étant la déviation produite à la température 0° en un point où l'intensité magnétique est égale à 1, constante qui pourra mesurer le phénomène de Hall dans le métal, et $a$ une autre constante.

» Pour le bismuth, $a$ est très petit; pour l'argent, il vaut de 0,008 à 0,009.

» Cette déviation peut être considérée comme due à l'hétérotropie que prend le métal dans le champ magnétique et analogue à celle que subit la lumière tombant normalement sur une substance biréfringente.

» *Remarque.* — Le phénomène est très faible dans un alliage de bismuth et de plomb à poids égaux qui est très malléable; il est nul dans le plomb, d'après M. Hall. L'état cristallin du bismuth paraît donc avoir une plus grande part dans la production du phénomène que la nature du métal lui-même, ainsi que cela se présente pour le diamagnétisme [1]. »

CHIMIE. — *Sur les lois de la décomposition des sels par l'eau.* Note de M. H. **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La décomposition des sels par l'eau, dans le cas particulier où l'un des produits de la réaction est *insoluble*, a été étudiée avec beaucoup de soin de-

(1) Ce travail a été exécuté au Laboratoire de recherches physiques de la Faculté des Sciences.

puis une dizaine d'années. Ces recherches ont conduit à formuler une loi très simple qui a été admise sans discussion et est aujourd'hui enseignée partout.

» *Dans la décomposition d'un sel par un liquide, il existe pour chaque température une liqueur de composition telle que, suivant qu'on en fait varier la concentration dans un sens ou dans l'autre, il y a décomposition ou reconstitution du sel considéré.... Le degré limite de concentration paraît indépendant de la quantité de sel non décomposé que la liqueur renferme, de la proportion des éléments non dissous de ce sel qu'elle contient.... Cette décomposition rentre donc dans la catégorie des phénomènes de dissociation que H. Sainte-Claire Deville a découverts, et les lois qu'il a formulées lui sont applicables* (1).

» L'exactitude de cette loi m'a cependant toujours paru difficile à admettre. Elle est en contradiction absolue avec des expériences d'une précision remarquable, faites par M. Schlœsing (2), sur la décomposition des bicarbonates de chaux et de baryte; elle établit une analogie peu vraisemblable *a priori* entre des réactions de la voie sèche et de la voie humide.

» L'objet de la présente Note n'est pas de contester l'exactitude des expériences qui ont servi à établir cette loi, mais simplement d'en donner une interprétation différente, de montrer que l'on peut rendre compte de tous les faits observés par les lois habituelles des équilibres chimiques dans les systèmes homogènes liquides, en tenant compte de l'insolubilité des composés produits conformément aux lois de Berthollet, c'est-à-dire en admettant que les composés insolubles éliminés du champ de la réaction n'interviennent plus dans l'état d'équilibre définitif, que celui-ci s'établit exclusivement entre les corps dissous. La loi aujourd'hui admise conduit, au contraire, à supposer que l'équilibre s'établit directement entre les corps précipités et les corps dissous.

» Je prendrai comme exemple dans cette discussion le sulfate neutre de mercure $HgO,SO^3$, dont la décomposition a été étudiée par M. Ditte (1). Ce sel, au contact de l'eau, donne naissance à un précipité de sulfate tribasique de mercure $3HgO,SO^3$; il se dissout, en même temps, une certaine quantité d'un sel de mercure, et tout l'acide sulfurique devenu libre par suite de la décomposition du sel neutre.

» Le Tableau suivant donne, dans les deux premières colonnes, les ré-

---

(1) *Comptes rendus*, 17 juin et 8 juillet 1872.

(2) Ditte, *Décomposition des sels par l'eau* (*Annales de l'École Normale supérieure*, p. 85; 1876).

sultats bruts des expériences de M. Ditte; dans les deux dernières, les quantités de sulfate neutre et d'acide sulfurique libre dissous, que j'ai calculées en admettant que la totalité du mercure se trouve dans la dissolution à l'état de sel neutre :

| $SO^3$ total par litre. | HG total. | $HgO,SO^3$. | $SO^3$ libre. |
|---|---|---|---|
| gr 6 | gr 1,5 | gr 2,2 | gr 5,4 |
| 19 | 7 | 10,3 | 16,2 |
| 34 | 15 | 22 | 28 |
| 48 | 22 | 33 | 39,3 |
| 71 | 33 | 49 | 57,8 |
| 87 | 77 | 114 | 56,2 |
| 98 | 108 | 160 | 55,2 |
| 114 | 144 | 212 | 59 |
| 130 | 190 | 280 | 55 |

» Pour mettre ces résultats d'expérience d'accord avec la loi énoncée plus haut, on admet, sans le prouver, que, tant que la quantité d'acide libre n'est pas constante, le mercure se dissout, non pas à l'état de sel neutre, comme je l'ai supposé dans le Tableau, mais à l'état de sulfate tribasique; cela conduit à admettre que la solubilité de ce sel basique varie dans des limites énormes avec la quantité d'acide libre contenu dans la liqueur, qu'elle est ainsi plus que centuplée. On peut, au contraire, faire l'hypothèse, plus vraisemblable *a priori,* que la solubilité du sel basique est toujours assez faible pour être négligeable et que le mercure se dissout à l'état de sel neutre, ce qui contredit formellement la loi en question.

» On voit donc que la vérification de cette loi résulte non pas des expériences elles-mêmes, mais des hypothèses arbitraires qui ont servi à interpréter ces expériences.

» J'ai pensé que l'on pouvait chercher à démontrer par l'expérience l'exactitude de l'une ou l'autre des hypothèses en présence, en s'appuyant sur les caractères particuliers de la combinaison chimique et de la dissolution. Ces deux phénomènes se distinguent entre eux par les quantités de chaleur mises en jeu : le premier, conformément au principe du travail maximum de M. Berthelot, est toujours accompagné d'un dégagement de chaleur; le second, d'une absorption de chaleur [1].

---

[1] La dissolution de certains corps est accompagnée d'un dégagement de chaleur; mais on peut démontrer, dans ce cas, la production simultanée d'une combinaison chimique, soit

» J'ai reconnu que la dissolution du sulfate tribasique de mercure dans l'acide étendu donne toujours lieu à un dégagement de chaleur et, de plus, que cette quantité de chaleur varie peu avec le degré de concentration de l'acide. Il en résulte que cette dissolution est accompagnée d'une combinaison chimique, et que la nature de cette combinaison ne varie pas avec le degré de concentration de l'acide : il se forme donc, dans tous les cas, du sulfate neutre, comme je l'ai supposé plus haut.

» La conclusion à tirer des expériences de M. Ditte serait alors la suivante : *La quantité d'acide nécessaire pour empêcher la décomposition d'un sel croît d'abord avec la quantité du sel dissous,* conformément aux lois des équilibres chimiques dans les systèmes homogènes; *mais elle ne croît pas indéfiniment et tend vers une limite fixe.*

» L'existence d'une semblable limite, dans le cas du sulfate de mercure et dans les cas analogues, est une conséquence évidente de la dissociation partielle des hydrates d'acide dans leur dissolution; le rôle capital de ce phénomène dans les équilibres chimiques a été complètement établi par M. Berthelot (1).

» Dans certains cas, au contraire, avec le sulfate double de chaux et de potasse, par exemple, cette limite résultera de la faible solubilité du sel étudié. Il est bien certain que si deux des corps en présence sont dissous à saturation, c'est-à-dire en quantité constante dans la liqueur, la quantité dissoute du troisième devra aussi être constante pour qu'il y ait équilibre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des aldéhydes chlorées sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium.* Note de M. **Alph. Combes**, présentée par M. Wurtz.

« Je me suis proposé d'appliquer la réaction de MM. Friedel et Crafts aux aldéhydes chlorées, pour obtenir différentes aldéhydes aromatiques. J'ai commencé cette étude par le chloral. On conçoit la possibilité d'obtenir trois aldéhydes différentes renfermant un groupe phényle et $2^{at}$ de chlore, deux groupes phényles et $1^{at}$ de chlore, ou enfin trois phényles.

» Quant à une solution de $200^{gr}$ chloral dans un grand excès de benzine,

---

en isolant les composés formés (dissolution des sels anhydres), soit en s'appuyant sur de puissantes raisons d'analogie (dissolution de l'hydrate de chaux).

(1) Berthelot, *Mécanique chimique*, t. II, p. 571.

on ajoute par petites portions du chlorure d'aluminium : il se produit, même à froid, une réaction assez vive. On porte la température à 70°, et on arrête l'opération au bout de une heure et demie.

» Le liquide repris par l'eau, puis distillé, laisse passer, entre 165° et 185°, un liquide qui, après rectification, bout à 180°, sous une pression de 0m,005. Ce liquide visqueux, parfaitement incolore quand il vient d'être distillé, est l'aldéhyde $C^6H^5$-$CCl^2$-CHO, ou plutôt la combinaison de cette aldéhyde avec une molécule d'acide chlorhydrique $C^6H^5$-$CCl^2$-COH, HCl. Ce composé est très stable, et se distille dans le vide sans décomposition. Après trois distillations successives, l'analyse a donné :

| | Trouvé. | Calculé, pour $C^8H^7Cl^3O$. |
|---|---|---|
| Cl.................... | 46,95 | 47,20 |
| C.................... | 42,41 | 42,61 |
| H.................... | 3,34 | 3,10 |
| O.................... | 7,30 | 7,10 |

» A l'air, ce corps bout à 265°, mais il se décompose et perd l'acide chlorhydrique combiné. La température d'ébullition s'élève jusqu'à 295°; et il faut un grand nombre de distillations pour chasser complètement l'acide chlorhydrique.

» Mais la potasse à froid l'enlève facilement sans altérer l'aldéhyde. A chaud, il y a production d'aldéhyde benzoïque et de produits exempts de chlore sur lesquels j'aurai l'occasion de revenir.

» Ce corps présente les réactions des aldéhydes et réduit énergiquement la liqueur de Fehling et le nitrate d'argent. Il se combine même, quoique difficilement, au bisulfite de sodium. L'oxydation de cette aldéhyde se fait sans difficulté et donne l'acide

$$C^6H^5\text{-}CCl^2\text{-}CO^2H.$$

» Quand on veut pousser plus loin l'action du chlorure d'aluminium, en le faisant réagir sur la solution de cette aldéhyde dans la benzine, il se manifeste une réaction très vive, mais je n'ai pu encore obtenir les deux autres aldéhydes prévues par la théorie; il se produit du charbon et un corps solide, cristallisé d'un blanc jaunâtre à fluorescence verte très prononcée fusible à 205°, c'est le triphényléthane $(C^6H^5)^3$-C-$CH^3$.

» Je continue actuellement cette étude et compte avoir l'honneur de communiquer prochainement de nouveaux résultats à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'addition du chlorure d'iode à l'éthylène monobromé*. Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Wurtz.

« Il y a près de vingt ans que le produit de l'addition du chlorure d'iode ICl à l'éthylène monobromé $C^2H^3Br$ a été signalé par M. Maxwell Simpson ([1]); depuis cette époque, il n'en a plus été question, et l'étude de ce produit, intéressant par les questions de Dynamique chimique qu'il soulève, reste toute à faire.

» Pour obtenir le produit d'addition $C^2H^3ClBrI$, M. Simpson chauffait le bromure de vinyle avec la solution aqueuse du chlorure d'iode, en vase clos, à 100°; dans le but de rendre ce composé tout à fait comparable à l'éthane bichloro-iodé $C^2H^3Cl + ICl$, dont je me suis occupé dans une précédente Communication, j'ai cru préférable d'opérer à la température ordinaire. La combinaison de l'éthylène monobromé avec le chlorure d'iode dissous dans l'eau n'est pas instantanée, comme celle d'autres dérivés non saturés, notamment des composés allyliques et du diallyle lui-même; quoique assez vive dans le principe, l'addition de la masse employée de $C^2H^3Br$ n'est complète qu'à la suite d'une agitation fréquente et par un contact de quelques jours; on s'aperçoit que la réaction est terminée à l'augmentation considérable de densité que l'on constate dans le composé primitif; totalement transformé en $C^2H^3ClBrI$, le bromure de vinyle se précipite rapidement au fond de la masse liquide, après agitation de celle-ci.

» Le produit brut est une huile très lourde, de couleur brunâtre, que la potasse caustique aqueuse décolore immédiatement. Soumise à la distillation après dessiccation à l'aide de $CaCl^2$, la plus grande partie passe entre 185° et 195°, en se colorant en violet, par suite de la mise en liberté de l'iode, produit d'une décomposition partielle.

» Après purification, l'*éthane chlorobromo-iodé* $C^2H^3ClBrI$ constitue un liquide incolore, mais se colorant rapidement à la lumière à la façon des dérivés iodés en général, d'une agréable odeur quelque peu piquante, d'une saveur douce et brûlante. Sa densité à 0° est, par rapport à l'eau à la même température, 2,53; il bout sous la pression ordinaire, en se décomposant partiellement, à 193°-195° : c'est le point d'ébullition que lui assignent ses relations de composition avec les dérivés chlorés et bromés cor-

([1]) *Proceedings of the London royal Society*, XIII, 540 (année 1865).

respondants; sa densité de vapeur a été trouvée égale à 9,10; la densité calculée est 9,31.

» Quelle est la nature de ce composé et dans quel ordre s'est faite l'addition de ICl vis-à-vis des chaînons = CHBr et = $CH^2$ du bromure de vinyle $C^2H^3Br$? L'action des bases fortes permet de résoudre ces questions.

» J'ai soumis en deux opérations environ $200^{gr}$ d'*éthane chlorobromo-iodé* à l'action de la potasse caustique en solution dans l'alcool, un peu plus de $1^{mol}$ d'alcali pour $1^{mol}$ de $C^2H^3ClBrI$; la réaction est vive, énergique, instantanée; quel que soit le mode de présentation des deux corps l'un à l'autre, les produits qui en résultent sont les mêmes.

» Il se forme un abondant précipité potassique; celui-ci est un mélange de *chlorure* et d'*iodure de potassium* dans le rapport 3KCl + KI; il a fourni 170,15 pour 100 de composé argentique; le rapport indiqué correspond à 170,86 pour 100.

» De la liqueur alcoolique obtenue par filtration, liqueur qui à la fin de la réaction se colore en brun, l'eau précipite un liquide huileux, de couleur brunâtre, que la potasse caustique décolore immédiatement.

» Desséché et distillé, ce produit passe presque en totalité avant 145°. Par des distillations successives, on arrive aisément à le séparer en deux portions distinctes : l'une faible bouillant vers 60°-65° et se polymérisant très rapidement.

» C'est l'*éthylène chlorobromé* dissymétrique $CH^2 = CClBr$ (éb. 63°); une autre, beaucoup plus considérable et qui constitue le produit principal de la réaction, bout, en se colorant en violet, à 128°-130° : c'est l'*éthylène bromo-iodé dissymétrique* CH = CBrI, que j'aurai l'honneur de décrire dans une Communication prochaine, en même temps que le dérivé chloré correspondant $CH^2 = CCl\,I$.

» La conclusion que je suis autorisé à tirer de ces faits est que le produit de l'addition de ICl au bromure de vinyle ne constitue pas un composé unique; l'addition du chlorure d'iode s'est faite en deux sens et a fourni deux composés isomères distincts.

$$(a)\quad \left\{\begin{array}{l}CHBrCl\\ |\\ CH^2I\end{array}\right.,\qquad\qquad (b)\quad \left\{\begin{array}{l}CHBrI\\ |\\ CH^2Cl\end{array}\right.;$$

le chlore et l'iode se sont l'un et l'autre ajoutés aux deux chaînons =CHBr et =$CH^2$, mais en quantité inégale, le chlore s'ajoutant de préférence au chaînon =$CH^2$ le plus hydrogéné, l'iode se plaçant à son tour, surtout dans le voisinage du brome, sur le chaînon =CHBr, additions diverses réa-

lisées l'une et l'autre selon le rapport de 3 à 1, de manière à donner un produit final formé de deux isomères suivant la proportion

$$3\begin{pmatrix} CHBrI \\ | \\ CH^2Cl \end{pmatrix} + 1\begin{pmatrix} CHBrCl \\ | \\ CH^2I \end{pmatrix}.$$

» Je crois utile de rappeler qu'en s'ajoutant au chlorure de vinyle, ICl fournit aussi deux isomères [1] distincts suivant la proportion

$$4\begin{pmatrix} CHCl^2 \\ | \\ CH^2I \end{pmatrix} + 1\begin{pmatrix} CHClI \\ | \\ CH^2B^2 \end{pmatrix}.$$

» Les deux réactions sont les mêmes en ce sens que le chlore et l'iode se partagent entre les deux chaînons $=CH^2$ et $=CHX$, mais leur distribution quantitative est essentiellement différente.

» Le brome expulse aisément l'iode de l'éthane chloro-bromo-iodé; il en résulte de l'éthane chlorobibromé $C^2H^3ClBr$, lequel est aussi un mélange de deux isomères qui fournit, sous l'action des alcalis caustiques, deux dérivés éthyléniques bisubstitués dissymétriques

$CH^2=CBrCl$ (ébullition, 63°) et $CH^2=CBr^2$ (ébullition, 88°-90°),

celui-ci en plus grande quantité que l'autre, ainsi qu'il fallait s'y attendre.

» Je m'occupe en ce moment de l'iodure de vinyle, et il est regrettable que ce composé soit encore si malaisé à préparer. »

PHYSIOLOGIE. — *De la dialyse de l'acide du suc gastrique.* Note de M. **Ch. Richet**, présentée par M. Vulpian.

« Dans des expériences communiquées à l'Académie en 1877, j'ai eu l'occasion de démontrer, par la méthode des coefficients de partage, que l'acide chlorhydrique du suc gastrique était, dans ce liquide, *combiné* à des bases faibles, comme la leucine, ou à des matières albuminoïdes.

» La dialyse m'a fourni un nouveau moyen d'établir ce même fait.

» Pour rendre la démonstration plus rigoureuse, j'ai déterminé la combinaison de HCl avec les matières organiques de l'estomac [2].

(1) Voir ma Note, séance du 25 février.

(2) Avec le suc gastrique physiologique, lequel contient certainement de l'acide chlorhydrique, les résultats sont bien plus nets encore qu'avec le suc gastrique artificiel; mais je n'ai indiqué ici que les cas où il y avait addition d'acide chlorhydrique.

La *muqueuse* d'un estomac de porc bien lavée est finement broyée. Le magma, non acide,

» La dialyse a été faite, tantôt à travers le papier à dialyse ordinaire, tantôt à travers des vases poreux en biscuit; ce qui est bien préférable. Les résultats sont identiques; mais je ne donne ici que les expériences faites avec les vases poreux [1].

| | | Rapport d'acidité. |
|---|---|---|
| En 20 heures | Solution aqueuse de HCl à $3^{gr},65$ par litre | 28 |
| | Suc gastrique artificiel ($2^e$ reprise) à $1^{gr},72$ de HCl par litre.. | 300 |
| | » ($3^e$ reprise) à $2^{gr},60$ » ... | 384 |
| | » ($4^e$ reprise) à $2^{gr},29$ » ... | 228 |
| En 48 heures | Solution aqueuse de HCl à $0^{gr},91$ par litre | 9,3 |
| | » à $0^{gr},91$ » | 9,3 |
| | Suc gastrique artificiel ($1^{re}$ reprise) à $0^{gr},99$ de HCl par litre.. | 96 |
| | » ($1^{re}$ reprise) à $0^{gr},99$ » .. | 100 |
| En 48 heures | Solution aqueuse de HCl à $3^{gr},6$ par litre | 13,1 |
| | » à $3^{gr},6$ » | 13,2 |
| | Suc gastrique artificiel ($6^e$ reprise, macération prolongée pendant 15 jours) à $3^{gr},6$ de HCl par litre | 16,2 |
| | Suc gastrique artificiel ($6^e$ reprise, macération prolongée pendant 15 jours) à $3^{gr},6$ de HCl par litre | 16,9 |

» Si l'on compare la totalité des poids d'acide qui ont dialysé à travers le vase poreux, soit pour la solution aqueuse, soit pour le suc gastrique artificiel, on retrouve cette même différence.

---

est mis en contact à la température ordinaire, pendant vingt-quatre heures, avec $250^{cc}$ d'une solution diluée d'acide chlorhydrique. Le lendemain, le liquide est décanté et filtré, et l'on ajoute encore à la masse non filtrée $250^{cc}$ de la même solution chlorhydrique. On peut ainsi faire des reprises successives de la muqueuse stomacale. Nous nommerons ces liquides *sucs gastriques artificiels* de la première, de la deuxième reprise, etc.

En comparant entre eux ces divers liquides, j'ai vu constamment que la richesse en pepsine, comme s'il fallait un certain temps pour la formation du ferment, était maximum pour le liquide de la seconde reprise; mais, qu'à partir de la quatrième reprise, quoique presque tous les éléments de la muqueuse entrent alors en dissolution et soient peptonisés, la teneur en pepsine diminue beaucoup; de sorte qu'à la quatrième, et surtout à la cinquième reprise, il y a beaucoup de peptones, mais à peine de pepsine.

(1) Dans toutes ces expériences, $25^{cc}$ du liquide acide étant mis dans le vase poreux, le liquide extérieur étant représenté par $500^{cc}$ d'eau distillée, à la température moyenne de $15^{\circ}$, nous appellerons *rapport d'acidité* le rapport entre les poids d'acide qui se trouvent dans un même volume du liquide intérieur et du liquide extérieur. Ainsi, si l'acidité finale du liquide intérieur est de $1^{gr}$ de HCl par litre, et du liquide extérieur de $0^{gr},1$ de HCl par litre, le rapport d'acidité sera 10.

1° *Vases poreux plongés dans un même vase extérieur* ($\alpha$, $\beta$, $\gamma$).

| | | Acidité totale du vase intérieur | | Différence | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | avant la dialyse. | après la dialyse. | en plus. | en moins. |
| Dans le même vase | $\alpha$, solution aqueuse de HCl à 3gr,37 par litre.. | 0,084 | 0,049 | » | 0,035 |
| | $\alpha^1$, suc gastr. artif. (1re repr.) à 2gr,3 par litre. | 0,0575 | 0,078 | 0,021 | » |
| Dans le même vase | $\beta$, solution aqueuse de HCl à 1gr,8 par litre.. | 0,045 | 0,017 | » | 0,028 |
| | $\beta^1$, suc gastr. artif. (1re repr.) à 1gr,6 par litre. | 0,04 | 0,06 | 0,020 | » |
| Dans le même vase | $\gamma$, solution aqueuse de HCl à 1gr,8 par litre... | 0,045 | 0,017 | » | 0,028 |
| | $\gamma^1$, suc gastr. artif. (2e repr.) à 1gr,4 par litre. | 0,035 | 0,034 | » | 0,001 |
| | $\gamma^2$, » (2e repr.) à 1gr,4 » . | 0,035 | 0,036 | 0,001 | » |

2° *Vases poreux placés chacun dans un vase extérieur distinct.*

| | Acidité totale des vases intérieurs | | Différence | |
|---|---|---|---|---|
| | avant la dialyse. | après la dialyse. | en plus. | en moins. |
| Solution aqueuse de HCl à 0gr,91 par litre.... | 0,023 | 0,0111 | » | 0,0119 |
| » à 0gr,91 » ... | 0,023 | 0,0115 | » | 0,0115 |
| Suc gastr. artif. (1re repr.) à 1gr par litre.. | 0,025 | 0,024 | » | 0,001 |
| » (1re repr.) à 1gr » .. | 0,025 | 0,0244 | » | 0,0006 |
| » (2e repr.) à 2gr,29 » .. | 0,057 | 0,052 | » | 0,005 |
| » (2e repr.) à 2gr,6 » .. | 0,065 | 0,054 | » | 0,011 |

» Donc HCl, au contact de la muqueuse stomacale, se combine à certaines substances contenues dans cette muqueuse et devient alors moins dialysable.

» Avec l'acide sulfurique, le résultat est identique :

| | Rapport d'acidité. |
|---|---|
| Solution aqueuse de $SO^4H^2$ équivalant à 1gr,53 de HCl par litre............. | 24,7 |
| » » » à 1gr,53 » » ............. | 26,4 |
| » » » à 1gr,53 » » ............. | 25,3 |
| Suc gastrique artificiel acidifié par $SO^4H^2$ et équivalant à 1gr,50 de HCl par litre. | 162 |
| » » » à 1gr,50 » » . | 162 |
| » » » à 1gr,50 » » . | 162 |

| | Acidité totale du vase intérieur | | Différence | |
|---|---|---|---|---|
| | avant la dialyse. | après la dialyse. | en plus. | en moins. |
| Solution aqueuse de $SO^4H^2$ équivalent à 1gr,53 de HCl par litre. | 0,0383 | 0,0202 | » | 0,0181 |
| » » » à 1gr,53 » » . | 0,0383 | 0,0226 | » | 0,0157 |
| » » » à 1gr,53 » » . | 0,0383 | 0,0250 | » | 0,0133 |
| Suc gastr. artif. (1re repr.) par $SO^4H^2$ équiv. à 1gr,50 de HCl par lit. | 0,0375 | 0,0362 | » | 0,0013 |
| » (1re repr.) » » à 1gr,50 » » . | 0,0375 | 0,0362 | » | 0,0013 |
| » (1re repr.) » » à 1gr,50 » » . | 0,0375 | 0,0363 | » | 0,0012 |

» En combinant l'acide, soit aux peptones, soit à la leucine, on obtient un liquide qui dialyse un peu moins bien qu'une simple solution aqueuse; mais la résistance à la dialyse est beaucoup moindre que pour la combinaison de l'acide avec la muqueuse stomacale.

» Il est donc vraisemblable, comme l'avait déjà admis M. Schiff depuis longtemps, sans donner d'ailleurs de preuves très rigoureuses, que c'est avec la pepsine que cette combinaison s'effectue; non pas exclusivement, mais principalement. Ce qui confirme cette supposition, c'est que les liquides gastriques artificiels de la première et surtout de la deuxième reprise, ceux-là mêmes qui contiennent le plus de pepsine, sont ceux qui retiennent le plus énergiquement HCl dans le vase poreux. Les liquides de la quatrième et de la cinquième reprise, encore qu'ils soient très riches en peptones, retiennent l'acide avec beaucoup moins d'énergie.

ANATOMIE ANIMALE. — *Distribution des racines motrices dans les muscles des membres.* Note de MM. **Forgue** et **Lannegrâce**, présentée par M. Vulpian.

« Nous avons cherché à définir sur une longue série de chiens et sur trois singes la distribution exacte de chacune des racines motrices qui entrent dans la constitution des plexus brachial et lombo-sacré.

» Pour cela, nous avons excité chacune des racines en bloc dans le canal rachidien, comme l'avaient fait Peyer (1854) pour le plexus brachial du lapin, Ferrier et Yéo en collaboration (1881) pour les plexus brachial et lombo-sacré du singe, P. Bert et Marcacci en collaboration (1881) pour le plexus lombo-sacré du chien et du chat; mais, de plus, nous avons pu dissocier et exciter isolément les faisceaux naturels en lesquels se groupent les fibres de chaque paire radiculaire à la sortie du trou de conjugaison

avant de se mêler au plexus; ce mode spécial d'exploration, qui nous est propre, a beaucoup facilité nos observations. Pour éviter tout mouvement réflexe et volontaire, nous n'avons commencé l'excitation des racines d'un plexus qu'après les avoir toutes séparées de la moelle par section. Pour bien observer l'état des muscles, nous les avons toujours mis à nu.

» De nos recherches découlent les conclusions générales suivantes :

» 1° L'immense majorité des muscles sont innervés par plusieurs racines.

» 2° L'excitation d'une racine paraît déterminer dans les muscles qui en dépendent une contraction totale et non partielle; cela tient à ce que dans tout muscle les fibres tributaires de la même racine sont disséminées dans l'épaisseur de l'organe et non cantonnées dans une zone spéciale; en effet, après la section d'une paire rachidienne à sa sortie du trou de conjugaison, on trouve dans les muscles innervés par elle des fibres altérées, éparpillées au milieu des fibres saines.

» La contraction totale ou la paralysie complète d'un muscle comporte l'excitation ou la lésion de plusieurs racines.

» 3° Chaque racine concourt à l'innervation d'une série toujours identique de muscles, à une distribution presque absolument constante chez les animaux de même espèce. Quand, par exception, une variation fonctionnelle est rencontrée, elle est fort légère; et alors l'influence que gagne ou que perd la racine, elle l'emprunte ou la cède à la racine immédiatement voisine et non à une racine distante.

» Les lésions radiculaires sont donc susceptibles de diagnostic.

» 4° La fonction des racines analogues diffère relativement très peu chez les divers mammifères.

» 5° Chaque racine fournit à des muscles d'action fort différente, souvent même opposée.

» Si, en réalité, les racines antérieures émanent de cellules situées en regard de leur point d'émergence, il faut admettre que les cellules médullaires de fonctions différentes sont juxtaposées; dès lors la moelle n'est pas décomposable en centres moteurs de flexion, d'extension, d'adduction, d'abduction, etc., empilés les uns sur les autres.

» L'accolement des cellules médullaires à fonctions différentes s'accorde bien avec les nécessités d'une bonne mécanique animale; car ainsi, dans tout mouvement, les muscles antagonistes peuvent modérer et régler la contraction par leur tension active.

» L'excitation en bloc d'une racine détermine un mouvement combiné;

mais ce mouvement est artificiel et non fonctionnel. Pour exécuter un mouvement, la volonté excite les fibres synergiques de plusieurs racines.

» Une racine n'a ni spécialité d'action, ni spécialité de distribution.

» 6° Chaque racine fournit à plusieurs articles du membre, mais à des articles toujours contigus.

» 7° Les racines descendent d'autant plus dans le membre qu'elles occupent un rang plus inférieur au niveau de la moelle.

» 8° L'innervation des deux plans de flexion et d'extension ne se fait pas d'une façon toujours symétrique; ainsi les muscles antérieurs du bras et certains muscles de l'avant-bras sont presque complètement innervés quand le triceps n'a encore rien reçu de la moelle. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la distinction physiologique de deux classes de mouvements.* Note de M. **Couty**, présentée par M. Vulpian.

« On a l'habitude de confondre sous le nom générique de *réflexes* les divers ordres de mouvements produits par les excitations périphériques, et on les oppose à d'autres mouvements supposés plus compliqués dont l'origine est cérébrale. Avant d'aborder l'étude de divers fonctionnements médullaires, je crois nécessaire d'établir une division différente et, pour cela, j'étudierai un animal fort commun, le chien.

» Je prends un chien de moyenne taille; je presse sur une de ses pattes ou je l'électrise avec un courant fort, il retire le membre ou il déplace la patte; je découvre, je lie un des nerfs sciatiques, je presse sur son bout central ou je l'électrise avec un courant moyen, l'animal retire la patte ou il fléchit tout le membre. Ces divers mouvements simples paraissent à première vue semblables, et cependant leur mécanisme est très différent.

» Pour le montrer, j'injecte par la veine saphène une solution de chloral. Après avoir reçu le premier gramme de poison, le chien a eu de l'agitation; puis il est tombé, et après le second ou le troisième gramme il a perdu tous ses mouvements spontanés, hormis les mouvements respiratoires; et il a perdu aussi la facilité de répondre par des mouvements aux excitations des pattes. Je puis presser la peau de ses orteils, je puis les gratter, les piquer ou même les couper sans que le membre exécute aucune contraction.

» J'ai ainsi rapproché les mouvements sensoriels, incités par certains points de la peau, des mouvements volontaires, et je vais maintenant rapprocher d'autres mouvements plus simples, cérébraux et périphériques.

Sur ce chien qui n'a plus de contractions spontanées, ni de contraction par l'excitation des pattes, j'excite le sciatique, le membre se fléchit. Sur ce même chien, je mets à nu le cerveau et j'électrise les circonvolutions du gyrus, les muscles des membres opposés exécutent des contractions; et je suis obligé d'injecter encore 4$^{gr}$, 6$^{gr}$, 8$^{gr}$ de chloral, soit une dose double ou triple de la première, pour rendre impossibles les effets de ces excitations expérimentales, et aussi pour arrêter la respiration.

» On peut répéter les mêmes observations sous une forme plus probante en sectionnant au préalable la moelle dorsale. Alors une première dose de chloral paralyse dans le train antérieur les mouvements volontaires; la même dose ou une dose un peu plus forte paralyse dans le train postérieur les mouvements produits par les excitations des pattes; puis il faut employer des quantités d'anesthésique triples ou quadruples pour faire disparaître d'un côté les contractions consécutives aux électrisations du sciatique et de l'autre les contractions consécutives aux électrisations du cerveau.

» Nous avons ainsi distingué deux classes de mouvements: les uns disparaissent par de petites doses de chloral, ce sont les mouvements volontaires et les réflexes d'origine sensorielle; les autres résistent à une paralysie anesthésique déjà très complète, ce sont les contractions plus simples produites par les excitations expérimentales des nerfs centripètes et du cerveau.

» Cette séparation peut être effectuée par d'autres substances que le chloral; et, pendant l'action de la strychnine, du curare ou de l'alcool, comme aussi pendant divers états nerveux pathologiques, j'ai toujours vu les contractions produites par l'électrisation du sciatique ou par celle du cerveau rester possibles les dernières, tandis qu'il suffisait d'une paralysie fonctionnelle légère de la moelle et du bulbe pour faire disparaître les mouvements volontaires ou les mouvements produits par l'excitation des pattes.

» Nous sommes ainsi amené à considérer tous les mouvements comme ayant leur mécanisme et leur siège dans le bulbe et la moelle. L'incitation primitive seule peut être variable, cérébrale ou périphérique; mais, je l'ai fait voir dans diverses Communications précédentes, les excitations et les lésions corticales agissent sur les muscles, comme les excitations périphériques, par l'intermédiaire de la moelle.

» Les mouvements de la vie de relation sont ainsi réunis dans un cadre unique, et, au lieu d'être séparés par leur origine anatomique apparente,

cérébrale ou médullaire, ils ne peuvent plus être distingués que par la complexité plus ou moins grande de leur mécanisme physiologique.

» Aux mouvements adaptés à un but, provoqués par les volitions ou par les excitations sensorielles périphériques, nous pouvons déjà opposer les mouvements plus simples, en quelque sorte élémentaires, produits par les excitations expérimentales des nerfs centripètes ou du cerveau, et, nous le ferons voir, cette façon nouvelle de considérer la moelle et le bulbe comme les seuls organes chargés des relations avec le milieu extérieur nous permettra d'expliquer facilement les troubles physiologiques ou pathologiques du fonctionnement musculaire. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Les relations entre les plantes et l'azote de leur nourriture.* Mémoire de M. **W.-O. Atwater.** (Extrait.)

« *Conclusions.* — Les résultats de ces expériences peuvent être résumés comme il suit :

» 1. Le maïs semble s'accommoder largement des agents minéraux et faiblement de l'azote des engrais, et posséder à un très haut degré le pouvoir de s'emparer de l'azote des sources naturelles.

» 2. Tandis que, dans ses rapports botaniques, le maïs se rapproche du blé, de l'avoine et des autres céréales, il semble, dans ses rapports physiologiques avec les éléments nutritifs, avoir beaucoup plus d'analogie avec les Légumineuses.

» 3. Les pommes de terre ont été sensibles à chacun des ingrédients fertilisants, au superphosphate, aux sels de potasse et aux engrais azotés, dans presque tous les cas où le temps a été favorable. Mais elles n'ont donné que des récoltes très modérées avec les engrais minéraux, tandis qu'elles ont répondu très largement à l'azote des engrais.

» 4. Ces expériences indiquent décidément que les pommes de terre diffèrent du maïs; qu'elles ont moins d'aptitude à emprunter, aux sources naturelles, des quantités suffisantes d'éléments nutritifs et surtout d'azote. Elles semblent exiger une provision plus ample de nourriture assimilable. Ceci pourrait trouver, en partie, son explication, dans la différence qu'on observe entre les racines de maïs et celles de la pomme de terre.

» 5. L'avoine (dans un plus petit nombre d'expériences) a été encore plus sensible que les pommes de terre au défaut d'azote, et a mieux profité de l'azote des engrais. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la culture, à l'abri des germes atmosphériques, des eaux et des sédiments rapportés par les expéditions du* Travailleur *et du* Talisman; 1882-1883. Note de M. A. **Certes**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« D'après tous les observateurs, la drague ne ramène jamais des grands fonds ni plantes, ni animaux en décomposition. Comment expliquer ce fait? N'y aurait-il pas au fond de la mer des microbes analogues à ceux qui, sous nos yeux, travaillent journellement à la transformation de la matière organique en matière inorganique?

» Les expériences dont j'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie ne résolvent pas le problème, je me hâte de le dire. Il s'en dégage toutefois un certain nombre de faits sur lesquels il m'a paru utile d'appeler son attention.

» Commencées il y a près de deux ans, ces expériences consistent essentiellement dans la culture, à l'abri des germes, de sédiments rapportés, en 1882, par le *Travailleur*, et, depuis le mois d'octobre 1883, d'eaux et de sédiments rapportés par le *Talisman*. Sur plus de cent ballons mis en culture avec une goutte d'eau ou une parcelle de vase des grands fonds (¹), quatre seulement, dans les cultures en contact avec l'oxygène de l'air, n'ont donné aucun résultat. Les cultures dans le vide, au contraire, sont, jusqu'à présent, restées stériles sans aucune exception. Il y aurait donc l'absence de microbes anaérobies au fond de la mer, mais non de microbes aérobies.

» L'eau de mer stérilisée à 120° et 128° entre dans la composition de la plupart de ces liquides nutritifs. Je l'emploie additionnée, tantôt d'une grande quantité, tantôt de quelques gouttes seulement de bouillon de veau ou de poule, d'infusion de foin, de lait ou de bouillon albumineux. Je me suis également servi des liquides de Raulin et de Cohn. Avant d'être ensemencés, les ballons sont maintenus plusieurs jours à l'étuve. En un mot, comme l'indique le titre même de cette Note, on n'a négligé aucune des précautions recommandées par M. Pasteur pour éviter l'introduction des germes atmosphériques ou autres. Cette condition *sine qua non* de toute expérience de cette nature, facile à réaliser dans un laboratoire, est beaucoup plus difficile à obtenir à

(¹) *Profondeur des sondages :*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Travailleur*... | 927ᵐ | 1015ᵐ | 1094ᵐ | 2660ᵐ | 3100ᵐ | 4557ᵐ | 5100ᵐ |
| *Talisman*.... | 500ᵐ | 1918ᵐ | 2638ᵐ | 2685ᵐ | 3175ᵐ | 3705ᵐ | |

bord d'un navire en marche; aussi, par un sentiment de prudence qui sera certainement approuvé, je n'ai pas cru devoir publier les résultats des expériences faites en 1882 avec les sédiments du *Travailleur*. Grâce à M. Alph. Milne-Edwards, qui a bien voulu surveiller lui-même les détails de ces délicates opérations, toute cause d'erreur paraît avoir été écartée à bord du *Talisman*, même, ce qui était le plus difficile, en ce qui touche les tubes à eau. Les tubes emportés à l'avance avaient été flambés à 200°. Par un ingénieux dispositif, dû à M. Alph. Milne-Edwards, ils ne s'ouvraient que sous l'eau, à la profondeur voulue, et au moment précis où, en se retournant, le thermomètre enregistreur auquel ils étaient attachés en brisait l'effilure.

» On sait que, dans l'état actuel de la Science, il est pour ainsi dire impossible de circonscrire nettement les espèces de microbes, soit au point de vue de leur rôle physiologique, soit surtout à ne considérer que leurs formes. Je me bornerai donc à constater que, suivant les liquides et même avec les mêmes liquides nutritifs, plusieurs organismes se développent dans les cultures d'un même vase. Plus rapide à l'étuve qu'à la température ordinaire, le développement est très lent dans certains milieux. Les infusions de foin et le liquide de Raulin, par exemple, ne se troublent quelquefois qu'au bout de neuf à dix jours. Les mucédinées apparaissent en dernier lieu, et seulement dans le lait, les bouillons très légers et le liquide de Raulin, où elles se développent à l'exclusion de tous autres organismes. Dans le lait, elles ne se montrent que plusieurs jours après les Bacilles, et vraisemblablement lorsque cette première culture en a altéré la composition [1].

» Dans les liquides neutres, il n'apparaît que des Bacilles, le plus souvent mobiles, assez longs, très gros, à spores réfringentes volumineuses. Plus rarement, on rencontre une grosse espèce de vibrion en forme de massue, des organismes présentant l'apparence d'une simple ou d'une double auréole, enfin quelques micrococcus.

» Les cultures d'eau (500-1918-3975$^{m}$) offrent ce trait particulier que les microbes, toujours les mêmes, sont beaucoup plus petits et plus agiles que ceux de la vase. Ils forment un voile à la surface, ce qui se produit moins fréquemment dans les autres cultures. Ces différences sont à noter; mais, vu le nombre restreint des ballons ensemencés à l'eau, il serait prématuré d'en conclure que les organismes des eaux diffèrent tou-

---

(1) Ces moisissures ont été envoyées à l'exposition du *Talisman*, au Muséum.

jours de ceux de la vase. Je n'ai rencontré d'Infusoire cilié ou flagellé dans aucune de ces cultures. Il en a été autrement dans l'eau de mer des Sargasses, qui m'a été remise par le marquis de Folin et que j'ai cultivée à l'abri des germes, en l'additionnant de quelques gouttes de bouillon de veau. Dans les ballons ainsi préparés, j'ai retrouvé, à côté des bâtonnets habituels et des Diatomées caractéristiques, de nombreuses Amibes, remarquables par leur extrême petitesse, et des Flagellés parmi lesquels, en petit nombre, une espèce fort curieuse et probablement nouvelle.

» Par des cultures successives, on a obtenu quelques cultures pures, c'est-à-dire ne renfermant qu'une seule espèce d'organisme. C'était un gros Bacille fort abondant et en pleine voie de sporulation. M. le professeur Cornil a bien voulu, sur ma demande, pratiquer des inoculations sur des Cobayes. Même à dose massive, ces inoculations n'ont jamais troublé la santé des animaux, et la légère inflammation qui s'était produite au siège de l'inoculation a toujours disparu promptement sans laisser de trace.

» En résumé, dès à présent, il est légitime d'admettre que, dans les grandes profondeurs de l'Océan, l'eau et les sédiments renferment des germes qui, malgré l'énorme pression qu'ils ont à supporter, ne perdent pas la faculté de se multiplier, lorsqu'on les place dans des conditions de milieu et de température favorables. Ces germes naissent-ils exclusivement de la surface, et se sont-ils déposés lentement au fond des mers? en est-il que l'on puisse considérer comme des espèces physiologiques distinctes de celles que nous connaissons déjà? Pour le moment, nous ne sommes pas en mesure de répondre; mais on peut au moins essayer de résoudre cette difficile question par des expériences nouvelles. Grâce à l'obligeance de M. Cailletet, qui a bien voulu mettre à ma disposition ses ingénieux appareils, j'entreprends en ce moment une nouvelle série d'expériences de cultures, dans lesquelles seront réalisées, autant que possible, les conditions de pression et de température que présentent les grands fonds. Ces expériences délicates exigeront un certain temps, et c'est un des motifs qui m'ont déterminé à placer sous les yeux de l'Académie les résultats de mes premières expériences [1].

» Les expériences de culture à l'air et dans le vide seront également

---

[1] Dans une première expérience, on a retrouvé vivants des Infusoires flagellés à chlorophylle soumis pendant sept heures à une pression de $100^{atm}$ et même, pendant quelques instants, à $300^{atm}$.

continuées avec les nombreux sédiments que je n'ai pas encore eu le temps d'utiliser [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les organes rénaux des embryons d'Helix.* Note de M. **P. de Meuron**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note présentée récemment à l'Académie (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 308), M. Jourdain a rappelé quelques faits relatifs au développement des embryons des Limaces. Son attention s'est portée surtout sur l'organe dit *rein primitif* qui fut découvert par Gegenbaur et O. Schmidt, et décrit avec plus d'exactitude par M. Fol, dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* de l'année 1875 et dans un Mémoire inséré dans les *Archives de Zoologie expérimentale*. Les résultats de M. Jourdain ne diffèrent pas sensiblement de ceux que contient le Mémoire cité, soit au sujet des reins primitifs, soit à l'égard des sinus contractiles de la nuque et du pied. Dans une série de recherches faites à l'aide de la méthode des coupes et des reconstructions, je me suis spécialement attaché à l'étude de l'origine première et de la structure des divers organes rénaux du genre *Helix*. L'origine des reins primitifs se trouve dans des invaginations du feuillet ectodermal; l'examen des séries de coupes faites à travers des embryons qui présentent encore le bourrelet voilier ne laisse subsister aucun doute au sujet de cette provenance, qui ne concorde donc point avec l'origine mésodermale que M. Rabl admet pour les pulmonés aquatiques. Ces enfoncements s'allongent d'abord en arrière, puis se recourbent en haut, et ensuite légèrement en avant. Ceci ne veut pas dire que la partie la plus interne de l'organe ne puisse se former avec la coopération des grosses cellules mésodermales avoisinantes. Il semble difficile, sinon impossible, d'arriver à trancher cette question; mais la partie principale de l'organe dérive sans aucun doute de l'ectoderme. Les parois de cet organe tubulaire sont formées de grosses cellules munies de noyaux volumineux et rayonnant autour du canal central. Aucune de ces cellules ne prend un développement prédominant, en sorte que nous ne trouvons ici rien d'analogue aux cellules gigantesques que M. Rabl croit avoir vues chez les pul-

---

[1] Ces expériences ont été faites dans le laboratoire de M. Pasteur, qui voudra bien, ainsi que ses collaborateurs habituels, MM. Chamberland, Roux et Loir, agréer tous mes remerciements.

monés aquatiques. La paroi a, du reste, tous les caractères d'un épithélium régulier, et il ne saurait être question d'un canal endocellulaire que l'auteur cité a décrit chez le Planorbe. L'existence d'un orifice externe largement béant ne saurait être mise en doute. L'extrémité interne de l'organe est bien difficile à discerner au milieu des cellules mésodermiques qui l'entourent; néanmoins je crois m'être assuré sur mes coupes de l'existence d'un orifice interne, qui m'a même paru muni de quelques cils vibratiles dirigés en arrière; ce serait donc un pavillon analogue à celui que M. Fol à découvert chez les Pulmonés aquatiques et que M. Jourdain a vu également chez les Limaces.

» Je n'ai pas vu que le rein primitif fût en relation avec le voile, comme M. Sarasin le décrit pour les larves du genre *Bithynia*. Une fois fixé sur la provenance du rein primitif, il importe de la comparer à celle du rein véritable. Il résulte de mes recherches que, chez Helix, ce dernier organe est une combinaison de deux blastèmes distincts, mais contemporains. Il se produit une invagination ectodermale de la paroi de la cavité paléale et une autre formation uniquement mésodermale dans son voisinage immédiat. Ces deux parties se joignent de très bonne heure, entrent en communication et, à partir de ce moment, ne sont plus à distinguer l'une de l'autre. Le rein croît alors rapidement et se recourbe en forme de S de lettre. Son extrémité externe débouche au fond d'un repli ou d'une rigole dans la cavité paléale, tandis que l'autre extrémité vient s'ouvrir largement dans la cavité du péricarde, cavité qui se creuse au milieu des cellules mésodermales de la partie postérieure de la larve.

» Les relations au rein avec le péricarde et l'origine embryonnaire de ce dernier organe méritent une attention toute spéciale, car la solution des diverses questions théoriques soulevées dernièrement de divers côtés sur la morphologie générale du type Mollusque en dépend en grande partie. D'après M. Grobben, il faudrait voir dans la cavité du péricarde un dernier reste du célome primitif. Ne devrait-on pas plutôt, d'après ce qui précède, la considérer comme la cavité d'un somite se creusant dans le mésoderme de la partie postérieure de la larve? Celle-ci serait dès lors comparable à celle d'un Annélide, d'un Polygordius par exemple; seulement, chez Helix, au lieu d'une chaîne de somites nombreux, nous n'en verrions se former qu'un seul à la suite du premier : le Mollusque ne posséderait jamais que deux somites. Les reins primitifs représenteraient l'organe excréteur du premier somite, et le rein définitif celui du second. Il semblerait dès lors possible d'établir sur cette base un lien de parenté étroit entre les Mollus-

ques et les Annélides, mais d'une manière différente des tentatives faites jusqu'à ce jour ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur la spermatogénèse et sur les phénomènes de la fécondation chez les* Ascaris megalocephala. Note de M. P. **Hallez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'organe mâle de l'*Ascaris megalocephala* adulte consiste en un tube qui mesure environ $1^{mm},10$, et qui, au point de vue histologique, se divise en cinq régions que, faute de place, je ne puis décrire ici.

» Pour suivre toutes les phases du développement des spermatozoïdes, il faut non seulement étudier l'organe mâle dans toute sa longueur chez l'adulte et chez des jeunes individus à différents états de croissance, mais il faut encore suivre les modifications que subissent les éléments fécondateurs dans l'organe de la femelle.

» Les *spermatospores*, issus de la paroi de la région aveugle, sont constitués par un protoplasme homogène, extrêmement transparent, et possèdent un noyau. Les spermatospores augmentent en volume et, par division nucléaire, donnent naissance à quatre *protospermatoblastes* qui s'isolent. Ces derniers produisent une deuxième génération de cellules (les *deutospermatoblastes*) par division nucléaire. Chez les jeunes individus, les *protospermatoblastes* en voie de prolifération, ou *deutospermatogemmes*, présentent au centre une masse qui n'est pas utilisée pour la formation des *deutospermatoblastes*, mais qui joue le rôle de réserve nutritive : c'est le *blastophore*. Chez les individus adultes, au contraire, le *blastophore* est très réduit et fait quelquefois complètement défaut.

» Les *deutospermatoblastes*, après qu'ils se sont isolés, sont constitués par un protoplasma homogène, et possèdent un noyau. Ils augmentent peu à peu de volume et, quand ils atteignent un diamètre de $6^{\mu}$, leur protoplasme devient finement granuleux. Quand leur diamètre est environ de $18^{\mu}$, c'est-à-dire à peu près égal à celui qu'ils auront quand ils seront éjaculés, les *deutospermatoblastes* se segmentent en deux. A partir de ce moment, leur protoplasme se remplit de granulations réfringentes. Avant de passer dans la vésicule séminale, les *deutospermatoblastes* présentent un phénomène des plus intéressants. Toutes ces cellules, de forme sphérique, se

[1] Ces recherches ont été faites dans le laboratoire d'Embryogénie de l'Université de Genève.

conjuguent deux à deux. On les trouve d'abord réunies deux par deux, et simplement juxtaposées; leur adhérence devient ensuite de plus en plus grande, à mesure que leur surface en contact s'accroît. Bientôt elles présentent l'aspect d'un ovoïde étranglé en son milieu; à ce moment, les deux noyaux se rejoignent au centre et se fusionnent. A partir de ce moment, l'étranglement central s'accentue de nouveau de plus en plus, et les deux cellules tendent à s'isoler; mais, avant que cet isolement se produise, on voit, au point de contact des deux sphères, chacune de celles-ci engendrer un corps transparent, pourvu seulement de deux ou trois petites granulations réfringentes et qui rappellent tout à fait, par leur aspect, les globules polaires; je les désigne sous le nom de *corpuscules de rebut*. Ces corpuscules sont intimement réunis l'un à l'autre, et leur surface en contact présente une petite éminence et une petite excavation dans laquelle pénètre l'éminence du corpuscule correspondant. A ce moment les deux *deutospermatoblastes* conjugués et leurs *corpuscules de rebut* présentent assez bien l'aspect d'un haltère. Quand ces corpuscules sont entièrement formés, les deux sphères se séparent, et les corpuscules transparents restent unis deux à deux. Ce n'est que plus loin qu'on les voit se désunir, se gonfler et, finalement, disparaître entièrement.

» Les *deutospermatoblastes* sont alors introduits dans les organes de la femelle. Ce sont des cellules sphériques, de $18^{\mu}$ à $19^{\mu}$ de diamètre, constituées par un protoplasme rempli de granulations réfringentes, rappelant les granulations vitellines, et pourvues d'un noyau facilement colorable.

» Dans les organes femelles, les granulations réfringentes ou nutritives diminuent peu à peu, puis disparaissent. En même temps, les deutospermatoblastes se déforment. A ce moment, leurs formes sont tellement variées, qu'on serait tenté de croire qu'ils sont le siège de mouvements amiboïdes; toutefois, si ces mouvements existent, ils sont extrêmement lents, car un même deutospermatoblaste, examiné à plusieurs heures d'intervalle, m'a donné, à la chambre claire, deux figures exactement superposables.

» C'est à cette phase que les *deutospermatoblastes* vont se transformer en *spermatozoïdes*. Bien que leurs contours soient extrêmement variés, leur forme dominante est celle d'un cône ou d'une pyramide. C'est à l'intérieur de cette cellule que se forme le spermatozoïde. Celui-ci apparaît comme une différenciation du protoplasme; il est homogène, réfringent et entouré par une mince couche granuleuse, reste du deutospermatoblaste, qui n'a pas pris part à sa formation; *le noyau se trouve constamment en dehors du spermatozoïde*. Le spermatozoïde a d'abord la forme d'un cylindre arrondi

à ses deux extrémités, mais sa surface ne tarde pas à se tordre en spirale, en même temps qu'une de ses extrémités s'élargit tandis que l'autre s'amincit; si bien que, finalement, il présente la forme d'un cône dont la surface aurait été taraudée. A cet état, le spermatozoïde est mûr.

» *Fécondation.* — Je ferai connaître, dans un Mémoire spécial, l'ovogénèse. Au moment de la fécondation, l'ovule est entourée par une première coque (*zone finement striée*). Le spermatozoïde s'applique par sa base à la surface de cette zone. Le vitellus se contracte légèrement; en même temps, les corpuscules vitellins se rassemblent au centre. Le spermatozoïde traverse la zone finement striée, sans qu'il soit possible de voir de micropyle. Il s'aplatit entre la zone striée et le vitellus, qui, à ce moment, remplit de nouveau complètement la coque. La partie périphérique du vitellus se différencie en une couche que j'appelle *zone granuleuse*, laquelle zone se séparera plus tard complètement de l'œuf et constituera une sorte de kyste adhérent à la zone striée.

» La zone granuleuse en voie de différenciation présente une invagination qui contourne le spermatozoïde. Les granulations vitellines sont fortement condensées au centre, et présentent, dans la direction du spermatozoïde, un cratère par l'ouverture duquel le noyau apparaît sous forme d'une magnifique étoile (*pronucleus femelle*). Une partie du spermatozoïde s'avance à l'intérieur du vitellus, sous forme d'un fuseau (*pronucleus mâle*) finement strié pourvu de bâtonnets à l'équateur. Une des extrémités de ce fuseau touche encore la partie du spermatozoïde qui ne prend pas part à la fécondation, l'autre extrémité se dirige vers le *pronucleus femelle*, et la conjugaison des deux noyaux s'opère. La zone striée s'entoure ensuite d'une *couche externe*. Puis on constate un second retrait du vitellus, et la formation du globule polaire.

» Je me suis contenté ici d'exposer brièvement les faits sans faire ressortir ce qu'ils présentaient de nouveau, ni sans chercher à en donner une application et à les rattacher aux faits déjà connus. Je renvoie pour cela au Mémoire que je publierai prochainement. »

PALÉONTOLOGIE. — *Du* Simœdosaure, *reptile de la faune cernaysienne des environs de Reims*. Note de M. **Victor Lemoine**, présentée par M. A. Gaudry.

« Le nom générique de *Simœdosaure* a été créé par Paul Gervais pour quelques pièces osseuses que nous lui avions communiquées. Au bout de

douze ans de recherches, nous sommes arrivé à reconstituer à peu près complètement le squelette de ce singulier reptile, dont les caractères sont si différents de ceux des autres Lacertiliens qu'il nous paraît devoir constituer le type d'une nouvelle famille, celle des Simœdosauriens.

» La tête, dans sa partie antérieure, présente un allongement de son diamètre antéro-postérieur, en même temps qu'un rétrécissement tout spécial de son diamètre transversal, qui lui donne beaucoup d'analogie, comme aspect, avec le Gavial.

» Le prémaxillaire et le susmaxillaire offrent une rangée de dents coniques, lisses et unies dans leur partie supérieure, striées vers leur base, quie st creusée d'une encoche pour les dents de remplacement. La base de la dent est soudée dans une dépression alvéolaire cloisonnée. Le palatin présente, comme chez le Sphénodon (*Hatteria* ou Rhynchocéphale), une rangée de dents, mais ces dents sont fort petites. Le ptérygoïde offre, comme chez l'Iguane, de petites dents, mais en rangées multiples. Le *quadratum* est semi-lunaire.

» La mâchoire inférieure, fort déprimée dans sa région postérieure (articulaire, angulaire) et très grêle dans la partie postérieure du dentaire surmontée de fort petites dents, présente ensuite une longue commissure avec des dents subitement plus volumineuses.

» Les vertèbres sont amphicœliques, mais à extrémités peu concaves. Les arcs neuraux sont complètement distincts. L'atlas est formé de trois pièces, les deux pièces latéro-supérieures paraissant réunies par une partie simplement ligamenteuse. L'axis est constitué par quatre pièces; son corps présente, à son extrémité antérieure, deux surfaces, l'une pour l'insertion d'une apophyse odontoïde, large et surbaissée, l'autre pour une pièce complémentaire inférieure. L'apophyse épineuse, crénelée sur ses bords, présente en arrière une dépression où devait se loger l'apophyse épineuse de la vertèbre cervicale suivante. Les vertèbres cervicales ont des apophyses épineuses unciforme, et un double tubercule d'insertion pour la tête de la côte correspondante. Les deux tubercules d'insertion tendent à se confondre de plus en plus complètement sur les vertèbres dorsales dont l'apophyse épineuse est droite et saillante. Les deux vertèbres sacrées, le plus souvent complètement soudées l'une à l'autre et avec leurs arcs neuraux, ont une apophyse épineuse épaisse et quadrilatère et de larges cupules latérales destinées à recevoir les deux pièces costoïdales qui, d'une autre part, vont se fixer par une extrémité élargie sur l'os iliaque. Les vertèbres caudales sont bien remarquables par le développement de leur corps

creusé de sillons antérieur et latéraux, par la saillie de leur apophyse épineuse et le développement de leurs os en chevron.

» Les côtes, légèrement courbes, formées de deux moitiés bien distinctes, offrent deux tubercules articulaires nettement séparés dans la région cervicale et tendant à se confondre complètement dans la région dorsale. Le sternum semble formé de deux moitiés latérales bien séparées.

» Le scapulum et le coracoïde sont larges, courts, simples, sans aucun prolongement. L'humérus, le radius et le cubitus, d'une conservation parfaite, rentrent dans le type normal des mêmes os des Lacertiliens, mais avec cette remarque que les extrémités articulaires sont relativement simples et arrondies. L'articulation de l'épaule est remarquable par son étendue dans le sens longitudinal et son étroitesse dans le sens transversal. Les os de la main rentrent également dans le type Lacertilien. Les métacarpiens sont relativement courts; leur extrémité proximale est arrondie. Les premières phalanges, courtes à la main, allongées au pied, ont à leur extrémité proximale une cavité articulaire suivie d'une sorte de talon.

» Des trois os du bassin, le pubis et l'ischion sont courts et simples. L'iléon est plus développé, surtout suivant le diamètre antéro-postérieur de son extrémité supérieure. Le membre postérieur semble relativement plus volumineux que le membre antérieur. Le fémur, le tibia, le péroné et les divers os du pied rentrent dans le type Lacertilien, mais toujours avec des extrémités articulaires plus arrondies et plus simplifiées.

» La conformation de l'articulation de la hanche indique une prépondérance des mouvements de latéralité en rapport avec les habitudes aquatiques, annoncées également par la constitution de l'articulation de l'épaule et par le développement de la région caudale. La forme spéciale et la multiplicité des dents, surtout destinées à retenir la proie et une proie glissante, sembleraient indiquer que l'animal se nourrissait surtout de poissons.

» Cette hypothèse semblerait confirmée par la présence, dans un coprolithe, de débris de poissons.

» Nous n'avons pas besoin d'insister, d'autre part, sur l'ensemble des caractères qui rattachent intimement ce reptile tertiaire aux vertébrés du même groupe de la période secondaire. La longueur du type le plus répandu du Simœdosaure semble pouvoir être évaluée à $2^{m},30$ ou $2^{m},50$. Certaines pièces osseuses paraissent indiquer que ce reptile pouvait atteindre, comme dimensions, $4^{m}$ à $5^{m}$. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la valeur morphologique des massifs libéro-ligneux corticaux des tiges des Calycanthées.* Note de M. **Oct. Lignier**, présentée par M. Duchartre.

« On connaît depuis longtemps déjà l'anomalie que présentent les tiges des Calycanthées, anomalie qui est constituée par la présence dans le parenchyme cortical de quatre massifs libéro-ligneux, dans chacun desquels le bois est extérieur et le liber intérieur. Jusqu'à ce jour on n'a donné de leur valeur morphologique aucune explication satisfaisante; Mirbel les rapprochait des faisceaux angulaires des Labiées. Gaudichaud et Tréviranus, se basant sur ce qu'ils fournissent les faisceaux latéraux des pétioles, les comparaient aux massifs libéro-ligneux extérieurs des Sapindacées; en dernier lieu M. Woronin, à la suite d'une étude anatomique plus complète, émit l'opinion qu'ils sont peut-être comparables aux faisceaux libéro-ligneux décrits par M. Crüger dans le parenchyme cortical des *Rhynchosia*.

» Pour déterminer la valeur morphologique des massifs libéro-ligneux corticaux des Calycanthées, nous avons successivement étudié leur parcours dans une tige quelconque, la différenciation des tissus de cette tige, les rapports de ces massifs corticaux à la base d'une tige quelconque et à la base de la tige principale. Dans chacune de ces séries de recherches le choix des échantillons et leur étude ont été soumis à une critique rigoureuse.

» L'étude du parcours des massifs corticaux nous a montré : 1° qu'ils forment quatre cordons parallèles entre eux et avec le cylindre central, le long de tous les entre-nœuds; 2° que ces quatre cordons passent directement d'un entre-nœud dans le suivant; 3° qu'au niveau du nœud intermédiaire ils émettent sur leurs flancs des lobes libéro-ligneux dont les uns constituent des commissures transversales reliant entre eux ceux des cordons qui sont situés du même côté du plan de symétrie des appendices ([1]), et dont les autres sortent dans les pétioles et y forment les petits faisceaux latéraux ([2]). Ce dernier point, déjà constaté par Gaudichaud et

([1]) Sur toutes les tiges de Calycanthées les appendices sont disposés deux par deux en verticilles alternes.

([2]) Une section transversale médiane du pétiole présente toujours trois faisceaux, dont un gros médian et deux petits latéraux.

M. Woronin, élimine de suite l'opinion récemment émise, d'après laquelle les faisceaux latéraux du pétiole sortiraient directement du cylindre central de même que son faisceau médian; 4° qu'au niveau de ce nœud *chacun d'eux reçoit* EN MONTANT *un lobe libéro-ligneux émis* EN MONTANT *par le gros faisceau médian du pétiole après sa sortie du cylindre central;* 5° qu'il existe dans le coussinet un réseau anastomotique entre le système émis par les cordons corticaux et celui qui est émis par le cylindre central; 6° que *jamais* il n'existe d'anastomose directe entre les cordons corticaux et le cylindre central.

» L'étude méthodique de la différenciation des tissus dans le bourgeon terminal nous a montré que toujours le système des faisceaux corticaux apparaît et se différencie postérieurement à celui du cylindre central, les cordons corticaux se formant, à chaque niveau, aux dépens de quelques cellules du parenchyme cortical. Jamais dans cette étude et à aucun niveau du bourgeon nous n'avons pu reconnaître, soit autour du cylindre central, soit autour des cordons corticaux la couche cellulaire désignée sous le nom d'*endoderme*.

» Les cordons corticaux existent toujours dans l'entre-nœud d'insertion d'une tige quelconque, et leur insertion se fait sur les deux cordons voisins de la tige support.

» Un embryon pris dans une graine mûre ne présente encore aucune trace de système cortical. Plus tard, dans l'embryon germé, l'axe hypocotylé ne présente jamais de cordons corticaux; le nœud cotylédonaire possède seulement *la partie du système cortical qui est fournie par les faisceaux que le cylindre central émet dans les pétioles*, les entre-nœuds et les nœuds supérieurs de la tige principale montrent le dispositif de la tige adulte.

» De tout ce que nous venons de dire, il résulte : 1° que les cordons corticaux du premier entre-nœud de la tige principale sont formés uniquement par des lobes issus des faisceaux médians des cotylédons et que, dans tous les nœuds successifs de la tige principale, ces cordons reçoivent l'appoint de lobes issus également des faisceaux médians sortants et de la même manière; 2° que ces cordons émettent au niveau des nœuds chacun un faisceau sortant vers le pétiole voisin (faisceaux latéraux des pétioles).

» Des faits très semblables se retrouvent parmi les Lécythidées, chez le *Gustavia angusta;* mais, tandis que dans cette plante, en raison du rapprochement des nœuds et de la dispersion des appendices suivant le cycle $\frac{2}{5}$, les faisceaux corticaux demeurent isolés les uns des autres; au contraire,

chez les Calycanthées, en raison du grand allongement des entre-nœuds et de la disposition des appendices deux par deux en verticilles alternes, les faisceaux corticaux se réunissent et s'anastomosent en quatre cordons seulement.

» Nous arrivons donc à cette conclusion que *les massifs corticaux des tiges de Calycanthées sont des systèmes composés de faisceaux mettant en rapport les appendices d'un nœud avec ceux des nœuds supérieurs*. De là vient que l'axe hypocotylé qui ne présente pas de nœuds inférieurs, ne présente pas non plus de cordons corticaux et que les pétioles cotylédonaires n'ont pas de faisceaux latéraux.

» Ces particularités dans la distribution, la différenciation et les rapports des faisceaux ne sont pas seulement des faits accidentels : nous avons vérifié leur constance sur un nombre considérable d'échantillons de tous âges et de toutes les espèces, même sur des spécimens où le verticille foliaire présente trois termes au lieu de deux. »

M. **L. Jaubert** adresse une Note relative à des lueurs atmosphériques, observées le lundi 17 mars, vers 4 heures et demie du matin.

M. le **Secrétaire perpétuel** fait observer que la Note adressée à l'Académie par M. *A.-J. Cownley*, dans la séance précédente (p. 636), avait pour objet d'établir que le chimiste anglais avait démontré le premier, en 1876, dans *The pharmaceutical Journal and Transactions*, que la brucine pure ne se transforme pas en strychnine, contrairement à une assertion publiée antérieurement en Allemagne.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale également une erreur commise dans l'indication relative à une lettre de Méchain (p. 607) : M. *François Lefort*, inspecteur général des ponts et chaussées, qui a bien voulu offrir cette lettre aux archives de l'Académie, est le petit-gendre et non le petit-fils de J.-B. Biot et le légataire de ses manuscrits.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

---

## COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, laissée vacante par la mort de M. *L. Breguet*, présente à l'Académie la liste suivante :

| | |
|---|---|
| *En première ligne*. . . . . . . . . . . . | M. l'Amiral de Jonquières. |
| *En deuxième ligne*, ex æquo, *par ordre alphabétique*. . . . . . . . . . . . . | M. L. Cailletet.<br>M. Laussedat.<br>M. E. Tisserand. |
| *En troisième ligne* . . . . . . . . . . . | M. Trève. |

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

J. B.

---

### BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 mars 1884.

*Exploration de l'Afrique équatoriale; Credo d'un vieux voyageur; par* A. d'Abbadie. Rome, Société italienne de Géographie, 1884; br. in-8°.

*Muséum d'Histoire naturelle. Leçons de Pathologie comparée. La nature vivante et la contagion. Contagiosité de la tuberculose; par* H. Bouley, 1882-1883. Paris, Asselin et Cie, 1884; in-8°.

*Souvenirs d'un voyage au Soudan; par* F. de Lesseps. Paris, *Nouvelle revue*, 1884; br. in-8°.

*L'Abyssinie; par* Ferdinand de Lesseps. Paris, *Nouvelle revue*, 1884; br. in-8°.

*Annales de l'Observatoire impérial de Rio-de-Janeiro*, publiées par L. Cruls, t. II : *Observations et Mémoires*, 1882. Rio-de-Janeiro, typogr. Lombaerts, 1883; in-4° relié. (Présenté par M. Faye.)

*Les raisins secs, leur commerce et l'industrie de leur vin; par* J. AUDIBERT. Paris, J, Michelet, sans date; br. in-8°.

*Muscologia gallica. Descriptions et figures des mousses de France et de quelques espèces des contrées voisines; par* T. HUSNOT; 1re livraison, Paris, F. Savy; Cahan, T. Husnot, 1884; in-8°.

*Résurrection des cholériques. Précautions à prendre contre la mort apparente; par le* Dr A. NETTER. Nancy, Husson-Lemoine; Strasbourg, A. Netter, 1884; br. in-8°.

*Supplément à la Géométrie élémentaire; par* L. GUION. Paris-Auteuil, imp. des Apprentis orphelins, 1883; br. in-8°.

*Acta mathematica,* journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER, t. III, liv. 3. Paris, Hermann; Berlin, Mayer et Müller; Stockholm, Beijer, 1884; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

---

## *ERRATA.*

(Séance du 3 mars 1884.)

Page 570, équation (1), *au lieu de* $Hr + (K + H)s + \ldots$, *lisez* $HKr + (K + H)s + \ldots$

Mêmes corrections aux équations (2) et (3) de la même page.

Page 571, ligne 5, *au lieu de* $Q_{2i}$, *lisez* $\Phi_{2i}$.

(Séance du 10 mars 1884.)

Page 618, ligne 29, *au lieu de* atmosphérique, *lisez* astronomique.

Page 619, ligne 32, *au lieu de* 1873, *lisez* 1783.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 24 MARS 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Influence de la densité des mélanges gazeux détonants sur la pression. Mélanges isomères;* par MM. **Berthelot** et **Vieille**.

« La mesure des pressions développées par un même système gazeux, pris sous deux états initials, de densité distincte et auquel on communique une même quantité de chaleur, est fort importante pour la Thermodynamique. Si les pressions variaient dans le même rapport que les densités, on serait autorisé à en conclure, indépendamment de toute hypothèse spéciale sur les lois des gaz : 1° que la chaleur spécifique du système est indépendante de sa densité (c'est-à-dire de la pression initiale), et dépend seulement de la température absolue, quelle que soit la définition de celle-ci; 2° que la variation relative des pressions à volume constant, produite par l'introduction d'une quantité de chaleur déterminée, est aussi indépendante de la pression et fonction de la température seule. Enfin la pression même variera proportionnellement à la température absolue, définie cette fois par la théorie des gaz parfaits, et elle pourra servir à la déterminer.

» Les mesures directes seraient à peu près impraticables aux hautes températures, qui sont les plus intéressantes, si l'on n'avait recours aux

mélanges explosifs. L'expérience même, faite avec un système gazeux identique, mais pris sous deux densités inégales différentes, étant fort difficile avec nos appareils, nous avons tourné la difficulté par deux artifices : l'un consiste à opérer avec une bombe, d'une part, maintenue à la température ordinaire, dans l'air; d'autre part, chauffée dans un bain d'huile vers 153°, ce qui revient à diminuer la densité du gaz dans le rapport de 426 à 293, soit d'un tiers environ; l'autre artifice consiste à opérer sur des mélanges isomères, c'est-à-dire renfermant les mêmes éléments diversement combinés au début, mais aboutissant à un même état chimique final.

» Le premier procédé est plus direct, mais moins exact; les conditions d'une bombe qui se refroidit au sein d'un bain d'huile étant fort différentes du refroidissement dans l'air.

» L'expérience faite avec le mélange oxyhydrique, $H^2 + O^2$, à 20° et à 153°, a fourni pour le rapport des pressions [1] 0,74, le rapport des densités étant 0,64. Avec un mélange d'hydrogène et de protoxyde d'azote, $H^2 + Az^2O^2$, à 20° et à 154°, le rapport des pressions était 0,72; celui des densités, 0,64. La concordance est aussi approchée qu'on peut l'attendre d'essais exécutés dans des conditions si différentes.

» Le second procédé, fondé sur les mélanges isomères, fournit des données plus sûres, parce que les conditions du refroidissement sont pareilles, s'exerçant toujours au contact de l'air et à la température ambiante.

I. — *Mélanges isomères de densité inégale, dégageant la même quantité de chaleur.*

» Soient, d'abord, des mélanges dégageant la même quantité de chaleur, ou sensiblement, avec des densités $\Delta$ différentes. V étant le volume moléculaire, nous poserons $V = \frac{1}{\Delta}$; Q est la pression dégagée, P la chaleur observée [2].

---

[1] En tenant compte du supplément de chaleur nécessaire pour porter les gaz à 153°.

[2] D'après les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, on devrait avoir

$$\frac{P}{P'} = \frac{V'}{V} \frac{1 + \alpha \frac{Q}{C}}{1 + \alpha \frac{Q'}{C'}},$$

C et C' étant les chaleurs spécifiques des deux systèmes à volume constant; expression qui tend à se réduire pour les hautes températures à la suivante

$$\frac{P}{P'} = \frac{V'}{V} \times \frac{Q}{Q'} \times \frac{C'}{C}.$$

PREMIER SYSTÈME. — *Éther méthylique.*

| Composition. | V. | Q. | P. |
|---|---|---|---|
| | | Cal | atm |
| $2C^2O^2 + 3H^2 + O^{10}$ .......... | 30 | 312,1 | 9,9 |
| $C^4H^6O^2 + O^{12}$ ............... | 16 | 314,7 | 19,9 |

$$\frac{P'}{P} = 2,0; \quad \frac{V}{V'} = 1,9.$$

» La densité étant double, la pression l'est également. Ajoutons que les combustions s'opèrent avec la même vitesse, le temps écoulé jusqu'au maximum de pression ayant été trouvé

| | s |
|---|---|
| Pour le premier mélange ...................... | 0,00139 |
| Pour le second mélange ...................... | 0,00142 |

» Ainsi les chaleurs spécifiques sont sensiblement les mêmes.

» Nos Tableaux (ce Recueil, p. 604 et 606) donnent en effet, pour les chaleurs spécifiques :

| | |
|---|---|
| Premier mélange................................ | 94,7 |
| Deuxième mélange.............................. | 89,1 |

concordance que nous signalons à titre de renseignement seulement, car nous ne voulons pas nous appuyer aujourd'hui sur les lois de Mariotte et de Gay-Lussac.

» On peut encore induire de là que la dissociation est faible, ou plutôt varie peu, quand la densité d'un même système, formé d'eau et d'acide carbonique, passe du simple au double.

DEUXIÈME SYSTÈME. — *Formène.*

| | V. | Q. | P. |
|---|---|---|---|
| $C^2O^2 + 2H^2 + O^6$ ............. | 18 | 185,4 | 10,0 |
| $C^2H^4 + O^8$ .................... | 12 | 193,5 | 16,4 |

$$\frac{P'}{P} = 1,64; \quad \frac{V}{V'} = 1,50.$$

» Les quantités de chaleur diffèrent de 4 centièmes; ce qui exige une correction sensiblement proportionnelle, laquelle diminue l'écart et réduit le premier rapport à 1,58.

» D'après nos Tableaux et à titre de renseignements, on a pour le premier mélange : température = 3305° et chaleur spécifique = 56,1; pour le deuxième mélange : 3303° et 58,6; ce qui concorde.

TROISIÈME SYSTÈME. — *Hydrure d'éthylène ou méthyle.*

| | V. | Q. | P |
|---|---|---|---|
| $C^4H^4 + H^2 + O^{14}$ | 22 | 380,1 | 14,3 |
| $C^4H^6 + O^{14}$ | 18 | 359,6 | 16,2 |

$$\frac{P'}{P} = 1,13; \quad \frac{V}{V'} = 1,22.$$

» L'écart des quantités de chaleur est ici assez notable et tend à compenser celui des densités; une correction proportionnelle porterait le rapport des pressions à 1,19, celui des volumes étant 1,22 : l'écart est très faible.

» En résumé, on peut admettre, dans les limites d'erreur, que jusqu'à de très hautes températures la chaleur spécifique d'un système gazeux ne change pas avec la densité, celle-ci variant du simple au double.

II. — *Mélanges isomères de même densité, dégageant des quantités de chaleur inégales.*

TROISIÈME SYSTÈME. — *Cyanogène et comburants divers.*

| | V. | Q. | P. |
|---|---|---|---|
| $C^4Az^2 + O^8 + 2Az^2$ | 20 | 262,5 | 14,74 |
| $C^4Az^2 + 4AzO^2$ | 20 | 348,9 | 16,92 |

$$\frac{P'}{P} = 1,15; \quad \frac{Q'}{Q} = 1,33.$$

» L'inégalité est ici très marquée et s'élève à un sixième. Il en résulte que la chaleur spécifique du produit croît avec la chaleur dégagée, c'est-à-dire avec la température : le rapport $\frac{C'}{C} = 1,16$.

QUATRIÈME SYSTÈME. — *Cyanogène.*

| | V. | Q. | P. |
|---|---|---|---|
| $2C^2O^2 + 2Az^2O^2$ | 16 | 172,2 | 13,6 environ |
| $C^4Az^2 + Az^2 + O^8$ | 16 | 262,5 | 17,7 |

$$\frac{P'}{P} = 1,30; \quad \frac{Q'}{Q} = 1,53.$$

» L'inégalité surpasse un sixième. La chaleur spécifique croît donc encore avec la chaleur dégagée : $\frac{C'}{C} = 1,18$.

» Ainsi la chaleur spécifique apparente du système final croît avec la

température, tandis qu'elle ne varie pas avec la densité. Poursuivons cette étude sur les mélanges où les deux données varient à la fois.

III. — *Mélanges isomères tels que la densité et la quantité de chaleur varient.*

CINQUIÈME SYSTÈME. — *Hydrogène et comburants divers.*

| | V. | Q. | P |
|---|---|---|---|
| $H^2 + Az^2 + O^2$ ................ | 10 | 58,7 | 8,75 |
| $H^2 + Az^2O^2$ .................. | 8 | 79,6 | 13,6 |

$$\frac{P'}{P} = 1,55; \quad \frac{V}{V'} = 1,25; \quad \frac{Q'}{Q} = 1,36; \quad \frac{C'}{C} = 1,09.$$

» Les chaleurs spécifiques croissent, comme plus haut, avec les quantités de chaleur.

SIXIÈME SYSTÈME. — *Hydrogène et protoxyde d'azote.*

| | V. | Q. | P. |
|---|---|---|---|
| $H^2 + O^2 + 2Az^2$ ............... | 14 | 58,7 | 7,94 |
| $H^2 + Az^2 + Az^2O^2$ ............ | 12 | 79,6 | 11,08 |

$$\frac{P'}{P} = 1,40; \quad \frac{V}{V'} = 1,17; \quad \frac{Q'}{Q} = 1,36; \quad \frac{C'}{C} = 1,13.$$

SEPTIÈME SYSTÈME. — *Cyanogène.*

| | V. | Q. | P. |
|---|---|---|---|
| $2C^2O^2 + Az^2 + O^4$ ............ | 16 | 136,0 | 9,3 |
| $C^4Az^2 + O^8$ .................. | 12 | 262,5 | 20,96 |

$$\frac{P'}{P} = 2,25; \quad \frac{V}{V'} = 1,33; \quad \frac{Q'}{Q} = 1,93; \quad \frac{C'}{C} = 1,14.$$

» L'inégalité des pressions et des quantités de chaleur est très grande.

HUITIÈME SYSTÈME. — *Cyanogène.* (*Autres mélanges.*)

| | V. | Q. | P. |
|---|---|---|---|
| $2C^2O^2 + 5Az^2 + O^4$ ........... | 32 | 136,0 | 7,05 |
| $C^4Az^2 + O^8 + 4Az^2$ ........... | 28 | 262,5 | 12,33 |
| $C^4Az^2 + 4Az^2O^2$ .............. | 20 | 346,3 | 22,7 |

$$\frac{P''}{P} = 3,21; \quad \frac{V}{V''} = 1,60; \quad \frac{Q''}{Q} = 2,55; \quad \frac{C''}{C} = 1,27.$$

$$\frac{P'}{P} = 1,75; \quad \frac{V}{V'} = 1,14; \quad \frac{Q'}{Q} = 1,93; \quad \frac{C'}{C} = 1,26.$$

NEUVIÈME SYSTÈME. — *Cyanogène.* — *Autres mélanges.*

| | V. | Q. | P. |
|---|---|---|---|
| $2C^2O^2 + 3Az^2 + O^4$.............. | 24 | 136,0 | 8,3 |
| $C^4Az^2 + O^8 + 2Az^2$.............. | 20 | 262,5 | 14,7 |

$$\frac{P'}{P} = 1,77; \quad \frac{V}{V'} = 1,2; \quad \frac{Q'}{Q} = 1,93; \quad \frac{C'}{C} = 1,31.$$

DIXIÈME SYSTÈME. — *Acétylène.*

| | V. | Q. | P. |
|---|---|---|---|
| $2C^2O^2 + H^2 + O^6$.............. | 18 | 194,6 | 10,0 |
| $C^4H^2 + O^{10}$.............. | 14 | 307,9 | 15,3 |

$$\frac{P'}{P} = 1,53; \quad \frac{V}{V'} = 1,29; \quad \frac{Q'}{Q} = 1,60; \quad \frac{C'}{C} = 1,35.$$

ONZIÈME SYSTÈME. — *Éthylène.*

| | V. | Q. | P. |
|---|---|---|---|
| $2C^2O^2 + 2H^2 + O^8$.............. | 24 | 253,4 | 9,9 |
| $C^4H^4 + O^{12}$.............. | 16 | 321,4 | 16,1 |

$$\frac{P'}{P} = 1,63; \quad \frac{V}{V'} = 1,50; \quad \frac{Q'}{Q} = 1,27; \quad \frac{C'}{C} = 1,17.$$

DOUZIÈME SYSTÈME. — *Méthyle.*

| | V. | Q. | P. |
|---|---|---|---|
| $2C^2O^2 + 3H^2 + O^{10}$.............. | 30 | 312,1 | 9,9 |
| $C^4H^6 + O^{14}$.............. | 18 | 359,6 | 16,2 |

$$\frac{P'}{P} = 1,63; \quad \frac{V}{V'} = 1,67; \quad \frac{Q'}{Q} = 1,15; \quad \frac{C'}{C} = 1,18.$$

» Le sens des phénomènes reste toujours le même, malgré le peu de régularité des combustions opérées sur les systèmes qui renferment deux composants associés ou combinés, mais combustibles avec des vitesses inégales (voir p. 651).

» En général, les résultats observés ne s'écartent pas beaucoup de ceux que l'on calculerait d'après les lois ordinaires des gaz; mais ils offrent cet avantage d'être indépendants de ces lois elles-mêmes. Il en résulte que, jusque vers les plus hautes températures connues (3000° à 4000° du thermomètre à air) :

» 1° Une même quantité de chaleur étant fournie à un système gazeux, la pression du système varie proportionnellement à la densité de ce système.

» 2° La chaleur spécifique des gaz est sensiblement indépendante de la densité, aussi bien vers les très hautes températures qu'au voisinage de 0°.

» Tout ceci est vrai pour des densités voisines de celles que les gaz possèdent à froid sous la pression normale et qui ont varié dans nos expériences du simple au double.

» 3° La pression croît avec la quantité de chaleur fournie à un même système.

» 4° La chaleur spécifique apparente croît pareillement avec cette quantité de chaleur.

» Ces conclusions, nous le répétons, sont indépendantes de toute hypothèse sur les lois des gaz et sur leur constitution physique ou chimique; elles sont la traduction immédiate de nos expériences. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* (¹).
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« *Séparation d'avec l'acide borique.* — Malgré d'assez nombreux essais, je n'ai trouvé que les deux procédés suivants permettant de doser à la fois la galline et l'acide borique. La difficulté vient de la rareté des combinaisons stables dans lesquelles on peut engager l'acide borique pour en déterminer le poids.

» 1° Dans la solution chlorhydrique très acide, on précipite le gallium par un léger excès de prussiate jaune de potasse. On ajoute à la liqueur filtrée un petit excès de chlorure cuivrique, qui forme un précipité brun de ferrocyanure de cuivre; on filtre et on lave à l'eau chargée d'acide chlorhydrique. Le cuivre de la solution claire est enlevé au moyen du gaz sulfhydrique. On expose ensuite la liqueur, à froid et sous la cloche pneumatique, au-dessus d'un vase contenant de la potasse caustique. Après réduction à un faible volume, on ajoute du chlorure de calcium, on sursature par l'ammoniaque et on évapore à sec, en s'aidant d'une chaleur ménagée.

» Le dosage de l'acide borique s'opère dès lors par la méthode de M. Ditte (²), c'est-à-dire en recouvrant la matière d'une assez grande quantité de chlorure de potassium et de sodium pris à équivalents égaux, fondant le tout au rouge et faisant cristalliser le borate calcique en répartissant d'une façon convenable la chaleur sur les parois du creuset.

---

(¹) *Comptes rendus*, décembre 1883, p. 1463.

(²) *Voir* Ditte, *Comptes rendus*, février 1875, p. 490.

» On retrouve ainsi : soit peu de galline mêlée avec beaucoup d'acide borique, soit peu d'acide borique mêlé avec beaucoup de galline.

» Le borate de chaux obtenu à la fin de l'analyse est souvent souillé d'un peu d'oxyde ferrique; on le reprend alors par l'acide chlorhydrique, on sursature par équivalents égaux de carbonates de potasse et de soude (ou par la soude et la potasse caustiques), et on calcine. La masse, reprise par l'eau, abandonne l'oxyde de fer, tandis que l'acide borique reste dans la liqueur alcaline; celle-ci, légèrement sursaturée par l'acide chlorhydrique, est de nouveau traitée par le procédé de M. Ditte.

» 2° La solution chlorhydrique peu acide est additionnée d'un excès d'acétates acides de soude et de potasse (pris à équivalents égaux) et d'une quantité convenable d'acide arsénieux. Un courant de gaz sulfhydrique précipite du sulfure d'arsenic qui entraîne le gallium. On fait barboter de l'air dans la liqueur filtrée, afin d'en chasser la majeure partie du gaz sulfhydrique, puis on sursature par un mélange à équivalents égaux de potasse et de soude caustiques, dont on ajoute un assez notable excès. La masse, introduite dans un vase d'or, est évaporée à sec, enfin calcinée au contact de l'air. On reprend par l'eau, on sursature légèrement par l'acide chlorhydrique et on applique le procédé de M. Ditte.

» La présente méthode est surtout avantageuse pour la recherche de faibles quantités de galline perdues au milieu de masses considérables d'acide borique.

» *Nota.* — Je me suis assuré qu'une solution aqueuse (ou même chlorhydrique) d'acide borique ne perd aucune trace sensible de cette substance quand on l'évapore dans le vide à la température ordinaire.

» Cette Note termine la série des recherches, parfois fastidieuses, que j'ai dû entreprendre pour obtenir la séparation exacte du gallium d'avec tous les autres éléments connus. Il ne me reste plus maintenant à faire à l'Académie qu'une courte et dernière communication, relative à la séparation du gallium d'avec l'acide tartrique, pris comme type des matières organiques dont la présence pourrait entraver plusieurs des réactions indiquées dans le cours de la présente étude. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre libre, en remplacement de feu M. *Breguet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 69,

| | | | |
|---|---|---|---|
| M. de Jonquières obtient. . . . . . . . . | | 25 | suffrages. |
| M. Cailletet | » . . . . . . . . . . | 19 | » |
| M. E. Tisserand | » . . . . . . . . . . | 15 | » |
| M. Laussedat | » . . . . . . . . . . | 6 | » |
| M. Trève | » . . . . . . . . . . | 4 | » |

Aucun des candidats n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

| | | | |
|---|---|---|---|
| M. de Jonquières obtient. . . . . . . . . | | 34 | suffrages. |
| M. Cailletet | » . . . . . . . . . . | 25 | » |
| M. E. Tisserand | » . . . . . . . . . . | 10 | » |

Aucun de ces candidats n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un scrutin de ballottage, entre les deux candidats qui ont obtenu le plus de voix, M. de Jonquières et M. Cailletet.

| | | | |
|---|---|---|---|
| M. de Jonquières obtient. . . . . . . . . | | 37 | suffrages. |
| M. Cailletet | » . . . . . . . . . . | 30 | » |

Il y a deux bulletins nuls.

M. **de Jonquières**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

## MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE. — *Sur la concordance de quelques méthodes générales pour déterminer les tensions dans un système de points réunis par des liens élastiques et sollicités par des forces extérieures en équilibre.* Note de M. le Général **L.-F. Menabrea.**

« Je me propose d'exposer brièvement, dans cette Note, la concordance des résultats qu'on obtient par deux méthodes générales pratiques, partant de principes en apparence divers, pour déterminer les tensions dans un système de points réunis par des liens élastiques et en équilibre sous l'action de forces extérieures.

» Dans la première méthode, dont M. Maurice Levy a fait usage dans son excellent Traité de *Statique graphique* (deuxième Note, p. 286; Paris, 1874), on établit d'abord les relations géométriques qui existent entre les divers liens du système. En se servant des notations mêmes de M. Maurice Levy, et représentant les longueurs de ces liens par $a_1, a_2, a_3, \ldots$, leurs rapports géométriques donneront lieu à un certain nombre $k$ d'équations de la forme

$$F(a_1, a_2, a_3, \ldots) = 0. \tag{1}$$

» On admet que ces relations restent sensiblement les mêmes après que les liens, sous l'influence des forces extérieures, se seront respectivement allongés de très petites quantités $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots$. Ainsi on aura encore

$$F(a_1 + \alpha_1,\ a_2 + \alpha_2,\ a_3 + \alpha_3,\ \ldots) = 0. \tag{2}$$

» Développant et ne retenant que les premières puissances de $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots$, auprès desquelles les puissances supérieures sont négligeables, l'équation précédente se réduira à

$$\frac{dF}{da_1}\alpha_1 + \frac{dF}{da_2}\alpha_2 + \frac{dF}{da_3}\alpha_3 + \cdots = 0, \tag{3}$$

où, par abréviation, on représente simplement par $dF$ la différentielle $dF(a_1, a_2, a_3, \ldots)$.

» Le nombre de ces équations (3) est également $k$, comme celui des équations exprimant les relations géométriques des liens entre eux. Les allongements $\alpha_1, \alpha_2, \ldots$ étant fort petits, on admet que les tensions leur

sont proportionnelles; $E_1$, $E_2$, $E_3$, ... étant les coefficients respectifs de résistance des liens et $t_1$, $t_2$, $t_3$, ... les tensions correspondantes, on aura

$$(4)\qquad t_1 = E_1\alpha_1,\quad t_2 = E_2\alpha_2,\quad t_3 = E_3\alpha_3,\quad \ldots.$$

» Lorsqu'un lien, $\alpha_1$ par exemple, est homogène et de forme prismatique, en appelant $\varepsilon_1$ son coefficient d'élasticité, on aurait

$$E_1 = \frac{\varepsilon_1}{a_1} \quad \text{et} \quad t_1 = \frac{\varepsilon_1\alpha_1}{a_1}.$$

» En considérant un point $m$ du système vers lequel convergent plusieurs liens $a_p$, $a_q$, $a_r$, ..., les tensions de ceux-ci devront faire équilibre aux forces extérieures qui y sont appliquées et dont les composantes sont représentées par $X_m$, $Y_m$, $Z_m$. En désignant par $\varphi_p$, $\theta_p$, $\psi_p$, ... les angles des liens respectifs $a_p$, avec les axes, on aura

$$(5)\qquad \begin{cases} X_m + \sum_{(m)} E\alpha_p \cos\varphi_p = 0, \\ Y_m + \sum_{(m)} E\alpha_p \cos\theta_p = 0, \\ Z_m + \sum_{(m)} E\alpha_p \cos\psi_p = 0, \end{cases}$$

les sommes $\Sigma$ étant étendues à tous les liens qui convergent au point $(m)$. Il en sera de même pour tous les autres points du système; leur nombre étant $n$, celui des équations (5) sera $3n$ qui, dans le cas plus général, se réduisent effectivement à $3n - 6$, contenant les allongements et par suite les tensions $E_1\alpha_1$, $E_2\alpha_2$, ....

» Ces équations, jointes aux $k$ équations (3), suffisent pour déterminer les tensions respectives des liens, qui resteraient en général indéterminées si l'on ne tenait pas compte de l'élasticité de ces derniers, lorsqu'ils sont plus de *trois* convergeant en un point de l'espace, ou plus de *deux* dans un plan comprenant la direction de la force elle-même.

» L'autre méthode repose sur le principe qui suit : *Lorsqu'un système élastique se met en équilibre sous l'action de forces extérieures, le travail moléculaire développé dans les liens du système est un* minimum. C'est le principe du moindre travail. Dans le siècle dernier, Euler, déduisant ce principe de la considération des *causes finales*, l'avait appliqué à la détermination de la courbe élastique dans son Traité : *Methodus inveniendi curvas maximi*

*minimive proprietate gaudentes; Additamentum I: De curvis elasticis.* Postérieurement, plusieurs auteurs l'appliquèrent à quelques cas particuliers. Enfin, il y a quelques années, ce principe a été généralisé et démontré rigoureusement dans une première communication que j'ai faite à l'Académie des Sciences et qui a été publiée dans le *Compte rendu* de la séance du 31 mai 1858; j'en ai ensuite développé les applications dans plusieurs autres Mémoires successifs. Cette méthode du moindre travail conduit, d'une manière très simple, aux équations dérivées qu'on obtient par la première méthode, c'est-à-dire par la considération des relations géométriques qui existent entre les liens qui unissent les divers points du système; de sorte que, en passant des premières dérivées ainsi obtenues aux équations dont elles proviennent, on trouve pour les liens les relations géométriques que, dans la première méthode, il faut établir *a priori*.

» Le travail développé dans un lien $a_i$ qui s'allonge d'une quantité $\alpha_i$ est $\frac{1}{2}E_i\alpha_i^2$. Ainsi le travail total moléculaire du système sera

$$(6) \qquad \frac{1}{2}\Sigma E_i\alpha_i^2.$$

La condition du travail minimum donnera

$$(7) \qquad \Sigma E_i\alpha_i\delta\alpha_i = 0,$$

étendue à tous les liens. Cela posé, si l'on considère un point quelconque du système auquel aboutisse un certain nombre de liens supérieur à *trois* (dans l'espace), il faut exprimer que les tensions qui font équilibre aux forces extérieures appliquées à ce point peuvent être distribuées d'une infinité de manières sans que l'équilibre soit détruit. On exprimera cette condition en égalant à zéro, pour chaque point $(m)$, les variations des équations (5) par rapport aux $\alpha$; ainsi l'on aura les suivantes, étendues à tous les points du système,

$$(8) \qquad \Sigma E_i\delta\alpha_i\cos\varphi_i = 0, \quad \Sigma E_i\delta\alpha_i\cos\theta_i = 0, \quad \Sigma E_i\delta\alpha_i\cos\psi_i = 0.$$

Entre les équations (7) et (8), on éliminera un certain nombre de variations $\delta\alpha$; on égalera à zéro les coefficients des variations restantes après l'élimination. Ces coefficients, en y représentant $\alpha_1, \alpha_2, \ldots$ par $da_1, da_2, \ldots$, seront les dérivées des équations qui expriment les relations géométriques des liens entre eux. Il est aisé de voir que les coefficients de résistance disparaissent de ces équations, ce qui doit être, puisqu'elles n'expriment que des relations géométriques. Les *longueurs* des liens entrent dans ces équa-

tions par le fait des *cosinus* des angles $\varphi$, $\theta$ et $\psi$, qu'ils font respectivement avec les axes.

» Il est facile de vérifier ces déductions sur les exemples auxquels M. Maurice Levy a appliqué sa méthode. Je m'abstiens, pour abréger, de donner la démonstration du principe du moindre travail, vu que je l'ai exposée dans les divers Mémoires que j'ai publiés à ce sujet ([1]); mais je tenais à porter l'attention sur l'exactitude et la fécondité de ce principe, d'autant plus que son énoncé avait, de prime abord, rencontré quelques doutes qui, du reste, ont été dissipés par les importantes applications qui en ont été utilement faites; ils le seront complètement, je l'espère, par la concordance des résultats qu'on obtient par les deux méthodes que je viens de résumer. »

## CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui adresser une liste de deux candidats pour une place d'Astronome titulaire à l'Observatoire de Paris, en remplacement de feu M. *Yvon Villarceau.*

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **E. Bertin**, Ingénieur de la Marine, prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par le décès de M. *Villarceau.*

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

---

([1]) Les écrits dans lesquels j'ai traité cette question sont les suivants :

1° Note lue à l'Académie des Sciences. Voir le *Compte rendu* de la séance du 31 mai 1858;

2° Mémoire publié dans le Tome XXV (série II) des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Turin;*

3° Lettre au prince Boncompagni, publiée dans le *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche,* t. VI, octobre 1873;

4° *Memoria pubblicata negli Atti della Reale Accademia dei Lincei di Roma*, t. II, série II. Dans l'équation ($f$), note A de ce Mémoire, il y a une faute d'impression; il faut y substituer $\sin(\varphi_3 - \varphi_2)\ldots$ à $\cos(\varphi_3 - \varphi_2)\ldots$, etc.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur Saturne et Uranus* (*Observatoire de Nice*). Note de M. **Perrotin**, présentée par M. Faye.

« Par des conditions atmosphériques extraordinairement favorables, MM. Lockyer, Thollon et moi avons dernièrement observé Saturne et Uranus, à l'aide du 14 pouces ($0^m,378$). Les images étaient d'une pureté et d'une définition qui se présentent rarement. Il sera peut-être utile de mentionner ce que nous avons vu les 16 et 18 mars, à $10^h$, temps moyen de Nice, pour que d'autres observateurs puissent le contrôler.

» Le 16 mars, l'anneau extérieur de Saturne nous est apparu composé de trois anneaux distincts, le plus large à l'intérieur, le plus étroit à l'extérieur, mais avec des différences de largeur à peine sensibles.

» Dans les moments les plus favorables, ces anneaux eux-mêmes présentaient, vers les anses, des stries qui faisaient soupçonner, dans chacun d'eux, des divisions nombreuses.

» La division la plus voisine de la planète se voyait sur presque toute l'étendue de l'anneau; elle était à une distance du bord intérieur égale à un peu plus du tiers de la largeur de l'anneau.

» Cette division, comme l'autre, nous a paru concentrique à l'anneau et non excentrique, comme l'ont vu quelques observateurs.

» La première était plus visible dans l'anse ouest (dans la lunette), la seconde l'était davantage dans l'anse est.

» Peut-être est-ce à une circonstance analogue qu'il convient d'attribuer ce fait, que MM. Schiaparelli et Meyer ont cru voir la division d'Encke excentrique par rapport aux anneaux ([1]).

» Quoi qu'il en soit, nos observations, comparées aux précédentes, semblent montrer qu'il s'est produit un changement dans l'anneau extérieur.

» Le 18 mars, vers $10^h$, temps moyen de Nice, l'image d'Uranus était extrêmement belle, les bords du disque étaient nettement définis, contrairement à ce qui a lieu d'ordinaire. L'aspect général rappelait, à certains égards, celui de Mars. On voyait, vers le milieu, des taches sombres comparables à celles de cette planète; dans l'angle de position de 380°, au bord du disque, on apercevait un point blanc, rappelant un pôle de Mars. Deux teintes différentes se distinguaient sur la surface du disque; la teinte de

---

([1]) *Astronomische Nachrichten*, nos 2430-2517.

l'hémisphère nord-ouest était sombre; celle de l'hémisphère sud-est était blanc bleuâtre. Ces différences persistaient quand on changeait l'instrument de 180°.

» Les observations seront continuées. »

M. **Norman Lockyer**, qui assiste à la séance, ajoute qu'il vient de recevoir un télégramme de M. Perrotin, lui annonçant que des observations semblables ont été faites dimanche soir 23 mars. Les conditions atmosphériques et optiques de Nice étaient si parfaites que, dans ses observations, M. Lockyer a trouvé qu'un grossissement de 1000 fois donnait toujours des images très belles. Le spectre d'Uranus étant si spécial, le plus grand intérêt s'attache aux observations microscopiques, surtout à celles qui peuvent nous montrer si cette planète est semblable à Jupiter ou à Mars. Ce que M. Lockyer a vu à Nice avec le télescope Bischoffsheim le porte à croire que les phénomènes ressemblent plus à ceux de Mars qu'à ceux de Jupiter. La couleur bleuâtre des taches était bien distincte.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Les taches polaires de Vénus.* Note de M. **E.-L. Trouvelot** (Observatoire de Meudon), présentée par M. Janssen.

« Maintenant que la planète Vénus se rapproche de nous avec rapidité et occupe chaque jour des positions de plus en plus favorables pour l'observation, je désirerais attirer l'attention des observateurs sur les taches blanches situées aux deux extrémités de l'un de ses diamètres, que j'ai reconnues pour la première fois le 14 novembre 1877, et dont j'ai publié une courte description en 1880, dans *The Observatory*, t. III, p. 416. Depuis cette époque, j'ai revu et observé, soit la tache nord, soit la tache sud, soit toutes les deux à la fois, en deux cent quarante-deux occasions, et j'en ai fait cent vingt-deux dessins.

» Depuis le 5 avril de la présente année, jour où j'ai repris mes observations régulières de cette planète, je n'ai pas perdu de vue la tache nord, qui seule a été visible depuis cette date. Comme elle devient de jour en jour plus étroite et se rapproche de l'extrémité de la ligne séparatrice d'ombre et de lumière qui, maintenant, la coupe vers son milieu, il est probable qu'elle va bientôt disparaître et passer sur l'hémisphère invisible, tandis que la tache sud fera son apparition et s'inclinera vers nous. Comme la rotation diurne de Vénus ne semble pas affecter ces taches d'une ma-

nière sensible, et que, selon les apparences, elles restent à la même place pendant des mois entiers, il y a lieu de penser que l'axe de rotation de la planète passe, sinon par leur centre, du moins très près de ce centre. A ce point de vue, il serait intéressant de déterminer avec exactitude la position de l'axe des taches, afin de reconnaître s'il coïncide avec l'axe de rotation de la planète, déterminé par Vico et autres. Un essai que j'ai fait dans cette direction, en prenant pour base les meilleurs dessins que j'ai pu obtenir de ces taches, ne m'autorise pas à espérer que l'on trouvera une coïncidence bien approchée.

» D'après mes observations, il semblerait que ces taches sont à peu près permanentes, bien que quelquefois elles soient beaucoup plus brillantes et que, par l'éloignement de la planète vers la conjonction supérieure, elles deviennent très souvent invisibles.

» Bien qu'à première vue les taches blanches de Vénus semblent avoir une grande analogie avec les taches polaires de Mars, cependant mes observations, lors de la conjonction inférieure de 1878, ne semblent pas permettre de leur attribuer la même origine. La rugosité de la tache sud en cette occasion, les pics élevés qui formaient sa bordure interne, joints à l'absence complète de pénombre sur la partie de cette tache qui était occupée par la ligne séparatrice d'ombre et de lumière et formait l'extrémité de la corne, semblent plutôt indiquer que ces taches sont le sommet de hautes montagnes qui s'élèvent au-dessus de l'enveloppe nuageuse, presque toujours opaque, qui couvre Vénus. Mon intention, ici, n'est que de toucher légèrement le sujet, que j'espère un jour pouvoir développer plus longuement, avec les autres faits intéressants qui se sont présentés à mon observation depuis l'année 1875. »

MÉCANIQUE. — *Sur la poussée d'une masse de sable, à surface supérieure horizontale, contre une paroi verticale dans le voisinage de laquelle son angle de frottement intérieur est supposé croître légèrement d'après une certaine loi* (¹). Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Des deux surfaces de rupture s'étendant depuis le bas de la paroi jusqu'à la surface libre, l'une devra suivre la paroi même ou du moins y aboutir; car, si toutes les deux étaient situées, à leurs parties supérieures, dans la région où $r$, $s$, $t$ s'annulent, elles auraient nécessairement les

(¹) *Voir* le précédent *Compte rendu*, p. 667.

directions des deux plans $y = \pm ax$ et se joindraient sans entrer dans l'angle dièdre, compris entre la paroi et le plan $y = ax$, qui constitue l'autre région, où se trouve le bas de la paroi. Il est donc naturel d'admettre qu'une des deux ruptures se fait suivant la paroi même, et alors la condition exprimant le glissement du coin aux divers points de cette paroi, condition dans laquelle on pourra, pour plus de généralité, attribuer à l'angle de frottement extérieur du massif une valeur $\varphi_1$ distincte de $\varphi$, détermine la fonction arbitraire $f''(y - ax)$. Comme d'ailleurs on aura, de la sorte, satisfait rigoureusement à toutes les conditions du problème, sauf à celle (3) qu'on a réduite à $r - a^2 t = 0$, et qui est *la seule* où paraisse (par $a$) l'angle $\varphi$ de frottement intérieur du massif, la solution obtenue, seulement approximative dans la seconde région pour le massif homogène proposé, deviendra complètement exacte pour un massif qui, légèrement hétérogène dans cette seconde région, y aurait un angle de frottement intérieur variable $\varphi'$, de plus en plus différent de $\varphi$ à mesure qu'on s'y approcherait de la paroi, et choisi juste de manière à faire vérifier par les expressions trouvées (2) de $N_x$, $N_y$, T l'équation (3) ou la dernière (1). Or cette équation revient à celle-ci, plus connue,

$$(5)\qquad (N_x + N_y)^2 \sin^2\varphi' = (N_x - N_y)^2 + 4T^2.$$

» Si l'on appelle $\beta$ l'angle aigu, compté positivement du côté des $y$ positifs, que fait, avec la verticale dirigée vers le haut, l'élément plan soumis en $(x, y)$ à la plus faible pression, on sait que $2T = (N_y - N_x)\tang 2\beta$, et l'équation (5) peut aussi s'écrire, vu que $N_x - N_y$ et $N_x + N_y$ sont entre eux, d'après (2) et (4), dans le rapport, $\sin\varphi$, de $1 - a^2$ à $1 + a^2$, et que l'angle $2\beta$, nul pour $y = ax$, est aigu comme $\varphi$ et $\varphi'$,

$$(6)\qquad \sin\varphi' \cos 2\beta = \sin\varphi.$$

» Ainsi l'angle variable $\varphi'$, de frottement, du massif auquel s'appliquent en toute rigueur nos formules de $N_x$, $N_y$, T, dépasse la constante $\varphi$ aux endroits où l'élément plan soumis à la plus petite pression n'est plus vertical, ce qui a lieu dans tout l'angle dièdre compris entre la paroi et le plan $y = ax$. Enfin les deux éléments plans sur lesquels s'exercent en $(x, y)$ les pressions les plus inclinées font avec celui-là l'angle $45^\circ - \frac{1}{2}\varphi'$; d'où il suit que leur angle avec la verticale est $\beta \pm (45^\circ - \frac{1}{2}\varphi')$. La surface de rupture qui, partie du bas de la paroi, s'en éloigne en montant jusqu'à la surface libre, aura évidemment ses divers éléments inclinés, par rapport à la verticale, d'un angle, $\alpha$, égal à celui de ces deux qui devient $45^\circ - \frac{1}{2}\varphi$,

là où $\beta = 0$. On a donc, en se servant finalement de (6), où $\beta$ sera positif comme T et $N_y - N_x$,

$$(7) \qquad \alpha = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi'}{2} + \beta = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi'}{2} + \frac{1}{2}\arccos\frac{\sin\varphi}{\sin\varphi'},$$

» La dérivée de $\alpha$ en $\varphi'$ a le signe de l'expression

$$\sin\varphi\cot\varphi' - \sqrt{\sin^2\varphi' - \sin^2\varphi};$$

et celle-ci, nulle pour $\sin\varphi' = \sqrt{\sin\varphi}$, est positive pour $\sin\varphi' < \sqrt{\sin\varphi}$, ce qui aura toujours lieu. Donc $\alpha$ grandira quand, suivant de haut en bas la surface de rupture, on pénétrera dans la région, comprise entre le plan $y = ax$ et la paroi, où $\varphi'$ devient plus grand que $\varphi$ : la surface de rupture cessera d'y être plane pour devenir concave vers le haut.

» Achevons les calculs dans le cas le plus important, qui est celui où la paroi est verticale. Alors, pour $y = 0$, le rapport de la composante tangentielle $T = -\Pi af''$ de la poussée par unité d'aire, à sa composante normale $-N_y = \Pi a^2(x + f'')$, égale $\tang\varphi_1$; condition d'où l'on tire que la fonction $f''$ est le quotient de sa variable $y - ax$ par $a + \cot\varphi_1$, et que la composante normale, $-N_y$, de la poussée contre la paroi, égale le produit, $k\Pi x$, de la pression qu'y exercerait la masse de sable si elle était fluide, par une fraction $k$ dont l'inverse vaut

$$(8) \qquad \frac{1}{k} = \frac{1}{a^2} + \frac{\tang\varphi_1}{a} = \frac{1 + \sin\varphi}{1 - \sin\varphi} + \sqrt{\frac{1 + \sin\varphi}{1 - \sin\varphi}}\tang\varphi_1 :$$

cette fraction $k$ est, naturellement, d'autant plus petite que $\varphi$ et $\varphi_1$ sont plus grands.

» Les valeurs corrélatives de $N_x$, $N_y$, T en un point quelconque $(x, y)$, portées dans (5), donnent, en posant $y = x\tang\theta$,

$$(9) \qquad (\text{pour } \tang\theta < a) \quad \sin^2\varphi' = \sin^2\varphi + \cos^2\varphi\left(\frac{a - \tang\theta}{\cot\varphi_1 + \tang\theta}\right)^2.$$

L'angle de frottement intérieur $\varphi'$, fonction de $\theta$, grandit donc à mesure que $\theta$ diminue ou qu'on approche de la paroi, et sa valeur la plus forte $\Phi$, pour $\theta = 0$, est donnée, vu que $a = \tang(45^\circ - \frac{1}{2}\varphi)$, par la formule

$$(10) \quad \sin^2\Phi = \sin^2\varphi + (1 - \sin\varphi)^2\tang^2\varphi_1 \quad \text{ou} \quad \tang\varphi_1 = \frac{\sqrt{\sin^2\Phi - \sin^2\varphi}}{1 - \sin\varphi}.$$

Quand, $\sin\Phi$ ne changeant pas, $\sin\varphi$ décroît de $\sin\Phi$ à $\sin^2\Phi$, puis de $\sin^2\Phi$

à zéro, $\tang\varphi_1$, dont la dérivée en $\varphi$ a le signe de $\sin^2\Phi - \sin\varphi$, grandit de zéro à $\tang\Phi$, pour décroître ensuite jusqu'à $\sin\Phi$; d'où l'on déduit aisément que la valeur correspondante la plus forte du dernier membre de (8), ou la valeur la plus petite de $k$, se produit pour une valeur de $\sin\varphi$ comprise entre $\sin\Phi$ et $\sin^2\Phi$.

» Les deux parties du profil de la surface de rupture non contiguë à la paroi, l'une, inférieure, légèrement concave, l'autre, la plus haute, rectiligne, ont même projection horizontale et par suite, à fort peu près, même longueur; car la partie rectiligne forme avec la droite $y = ax$ et le profil de la surface libre un triangle isoscèle, dont la hauteur, verticale, coupe la base, projection totale de cette surface de rupture, en deux parties égales. Si l'on assimile à un arc de cercle la partie inférieure, d'une courbure assez petite et partout comparable, l'angle fait par sa corde avec la verticale sera la moyenne de la valeur (7) de $\alpha$ au départ, ou pour $\varphi' = \Phi$, et de sa valeur, $45^\circ - \frac{1}{2}\varphi$, à l'arrivée. L'angle analogue pour la corde du profil total de la surface de rupture sera, par suite, la moyenne de cette moyenne et de $45^\circ - \frac{1}{2}\varphi$. On aura donc

$$(11) \qquad \alpha(\text{moyen}) = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} + \frac{1}{8}\left(\varphi - \Phi + \arccos\frac{\sin\varphi}{\sin\Phi}\right).$$

» Il ne faut pas confondre absolument cette surface de rupture, limite inférieure du coin total tendant à se détacher, avec celle d'entre les surfaces de rupture (ses homothétiques par rapport à l'origine) ébauchées comme elle dans le coin à toutes les hauteurs, sur laquelle on observe à la surface libre les glissements les plus marqués, et qui doit partir d'un peu moins bas quand la rupture est due à une simple rotation de la paroi autour de sa base, que lorsqu'elle est due à une translation, créant sur le fond un vide sensible. »

### ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation $r = q^{2m}t$.* Note de M. R. LIOUVILLE.

« *L'équation aux dérivées partielles du second ordre*

$$(1) \qquad r = q^{2m}t$$

*s'intègre, si la constante m qu'elle contient est donnée par la formule suivante :*

$$m = \frac{-i}{i+1},$$

*où l'on désigne par i un nombre entier quelconque, positif d'ailleurs ou négatif.*

» Cette proposition est une conséquence simple des résultats établis dans une Note précédente (*Comptes rendus*, séance du 3 mars 1884); voici comment on peut en présenter la démonstration, à l'aide des formules et des notations de ce travail. Il faut imaginer tout d'abord que, faisant usage de la transformation indiquée par Legendre, on ait changé l'équation (1) en une autre linéaire

$$t - y^{2m} r = 0; \tag{2}$$

puis, désignant ainsi

$$t_i - y^{2m} r_i + P_i p_i + Q_i q_i + Z_i z_i = 0, \tag{3}$$

la transformée déduite de l'équation (2) par un nombre quelconque de substitutions successives, telles que l'une des suivantes :

$$z_{2i'+1} = q_{2i'} \pm y^m p_{2i'}, \quad z_{2i'+2} = \frac{z_{2i'+1}}{\Phi_{2i'}}; \tag{4}$$

où par $\Phi_{2i'}$ on entend l'une des fonctions de $y$ satisfaisant à l'équation de rang $2i'+1$, on conclut sans peine des formules mentionnées plus haut

$$\left\{\begin{array}{l} P_0 = \pm (m+1) y^{m-1}, \quad Q_0 = -\dfrac{m-1}{y}, \quad Z_0 = 0, \\ P_{2i} = a_{2i} y^{m-1}, \quad Q_{2i} = \dfrac{b_{2i}}{y}, \quad \dfrac{\lambda'_{2i}}{\lambda_{2i}} = \dfrac{m-1}{y}; \end{array}\right. \tag{5}$$

$a_{2i}$, $b_{2i}$ sont des constantes qui restent à calculer.

» A cet effet, on a besoin de l'équation différentielle

$$\Phi''_{2i} + Q_{2i+1} \Phi'_{2i} + Z_{2i+1} \Phi_{2i} = 0, \tag{6}$$

dont deux solutions linéairement indépendantes s'expriment de cette manière

$$\Phi_{2i} = y^m, \quad \Phi_{2i} = y^{-a_{2i-1}}. \tag{7}$$

De là, pour l'équation proposée, deux classes de transformations distinctes, selon celle de ces deux déterminations qu'on choisit pour la fonction $\Phi$, et, pour les constantes $a_{2i}$, $b_{2i}$, grâce à l'ambiguïté des formules (4), quatre systèmes de valeurs correspondantes, dont deux peuvent être omis; je transcris ici les deux autres :

$$\left\{\begin{array}{l} a_{2i} = a_0 + i(m+1), \\ b_{2i} = b_0 + i(m+1); \end{array}\right. \tag{8}$$

$$\left\{\begin{array}{l} a_{4i+2} = a_0 - (2i+1)(m+1), \\ b_{4i+2} = -(b_0 + m - 1); \end{array}\right. \tag{9}$$

j'ajoute que, si la condition

$$a_{2i} + b_{2i} + m = 0$$

est remplie, dans la suite des équations transformées, celle qui occupe le rang $2i$ admet une intégrale intermédiaire; elle s'intègre alors complètement, ainsi que toutes les équations précédentes, parmi lesquelles la proposée se trouve comprise. Je suppose maintenant qu'on exécute $2i$ transformations, en employant les formules (8), d'où résulte une équation semblable à (3); puis, qu'à celle-ci l'on fasse subir, comme il est permis, $4i' + 2$ transformations, issues des formules (9), par où l'on est conduit à l'équation

$$(10) \qquad t - y^{2m} r + a_{2i+4i'+2} y^{m-1} p + \frac{b_{2i+4i'+2}}{y} q = 0,$$

à laquelle il faut joindre ces relations évidentes :

$$(11) \qquad \begin{cases} a_{2i+4i'+2} = (i+1)(m+1) - (2i'+1)(m+1), \\ b_{2i+4i'+2} = -i(m+1). \end{cases}$$

Il suit de là qu'en prenant $i = 2i'$ on réduit l'équation transformée

$$(12) \qquad t - y^{2m} r - \frac{i(m+1)}{y} q = 0$$

à ne plus renfermer $p$; elle se prête alors à des substitutions d'une autre espèce, car on y peut choisir $q$ pour l'inconnue qu'il s'agit d'obtenir, et la changer ainsi en une équation nouvelle

$$t - y^{2m} r - \frac{2m + i(m+1)}{y} q + \frac{i(m+1)(2m+1)}{y^2} z = 0,$$

où la constante $m$ est engagée d'une manière toute différente; mais, comme étant au reste précisément de même forme que (3), celle-ci peut être transformée à l'aide d'un procédé pareil et par les mêmes formules. Le système marqué (8) s'applique avec succès, et l'intégration en résulte, s'il est satisfait à la condition

$$(2i' - i + 2)(m+1) + m = 0;$$

d'où l'on conclut

$$(13) \qquad m = -\frac{2i' - i + 2}{2i' - i + 3}.$$

C'est la proposition que nous avions énoncée.

» Comme cas particulier, l'équation (1) contient celle dont dépendent les mouvements d'une colonne cylindrique gazeuse, où la loi de détente est adiabatique. Cette équation, que nous empruntons à une Note récente de MM. Sebert et Hugoniot (*Comptes rendus*, séance du 25 février 1884), s'obtient en supposant

$$(2m+1)+1,40=0$$

et s'intègre avec simplicité par les seules transformations (8).

» Celles-ci demandent en effet qu'on puisse écrire

$$m=\frac{-2(i+1)}{2i+1}, \tag{14}$$

et cette formule, où l'on prend $i=2$, donne à la constante $m$ la valeur qui lui convient. En conséquence et pour ce cas, la cinquième transformée de l'équation (2) se résout en deux équations du premier ordre, dont voici l'expression :

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \log z_5}{\partial x}-\dfrac{\partial \log z_5}{\partial y}+\dfrac{m+3}{y}=0, \\ q_4-y^m p_4=z_5. \end{cases} \tag{15}$$

Leur intégration s'achève sans aucune peine et l'on a ensuite

$$z_3=z_4 y^m, \tag{16}$$

puis $z_2$ par les relations

$$\begin{cases} p_2=\dfrac{-y}{3m+4}\left(p_3-q_3-\dfrac{2z_3}{y}\right), \\ q_2=z_3-\dfrac{y^{m+1}}{m+1}\left(p_3-q_3-\dfrac{2z_3}{y}\right), \end{cases} \tag{17}$$

d'après les équations (4). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une extension des théorèmes de Pascal et de Brianchon aux surfaces du second ordre.* Note de M. **A. Petot**, présentée par M. Darboux.

« La propriété de six points d'une conique peut s'énoncer comme il suit : *Si l'on considère deux coniques* C *et* C′, *conjuguées au triangle ayant pour sommets trois de ces points, les deux polaires de chacun des trois autres points, par rapport à* C *et* C′, *se coupent respectivement en trois points situés en ligne droite.*

» On a de même :

» Théorème I (Propriété de dix points d'une surface du second ordre). — *Si l'on considère deux surfaces quelconques du second ordre* S *et* S', *conjuguées au tétraèdre ayant pour sommets quatre de ces points, les deux plans polaires de chacun des six autres points, par rapport à* S *et* S', *se coupent respectivement suivant six droites, qui appartiennent à un même complexe du premier ordre.*

» Plus généralement, on peut faire correspondre homographiquement à un point décrivant une conique un point décrivant une droite. Nous avons déduit de ce fait une démonstration du théorème de Pascal ; puis, en suivant une marche semblable, nous avons obtenu des théorèmes analogues à ce dernier pour les surfaces du second ordre.

» Nous avons d'abord cherché un mode analytique de correspondance entre un point M et une droite $\omega$ de l'espace, tel que, le point M se déplaçant sur une surface du second ordre S, la droite $\omega$ se déplace sur un complexe du premier ordre $\sigma$. On connaît un mode de correspondance, d'après lequel à tout point M de l'espace correspond homographiquement une droite $\omega$ située sur un complexe particulier du second ordre $\sigma_2$, complexe des droites rencontrées par les faces d'un tétraèdre suivant un rapport anharmonique constant. Quel que soit le complexe $\sigma$, la surface S passe par quatre points fixes A, B, C, D ; par suite, pour que les dix points A, B, C, D, 5, 6, 7, 8, 9, M appartiennent à une même surface du second ordre S, il faut que les six droites $\omega_5$, $\omega_6$, $\omega_7$, $\omega_8$, $\omega_9$, $\omega$ appartiennent à un même complexe du premier ordre $\sigma$. Cette condition est d'ailleurs suffisante ; en effet, les six droites précédentes doivent être situées sur la congruence du second ordre $(\sigma_2, \sigma)$ ; mais, comme elles sont par construction sur $\sigma_2$, il suffit de leur imposer d'appartenir à $\sigma$.

» D'autre part, quand le point M décrit une droite L, la droite $\omega$ engendre en général un hyperboloïde. En particulier, quand L passe par l'un des points A, B, C, D, $\omega$ reste dans un plan P et passe par un point $\pi$. Dès lors, pour que le mode de correspondance considéré fournisse une détermination du dixième point M de la surface S, donnée par neuf points, il suffit de trouver de ce mode de correspondance, jusqu'ici analytique, une définition géométrique permettant d'obtenir $\omega$, connaissant M, et inversement de revenir de $\omega$ à M. Nous avons ainsi obtenu plusieurs formes de la propriété de dix points d'une surface du second ordre ; nous indiquerons seulement la suivante, qui se prête le mieux aux applications.

» Théorème II (Propriété de dix points d'une surface du second ordre).

— *Si, menant arbitrairement par le sommet* D *du tétraèdre* DABC, *qui a pour sommets quatre de ces points, un plan fixe* H *et deux droites fixes* $\lambda$ *et* $\mu$, *on fait correspondre à tout point* M *de l'espace la droite* $\omega$, *intersection des deux plans menés respectivement par les droites* (H — BCM), (H — ACM) *et par les points* ($\lambda$ — ABM), ($\mu$ — ABM), *les six droites correspondant aux derniers points de la surface appartiennent à un même complexe du premier ordre.*

» Ce dernier théorème est la généralisation de la propriété connue suivante de six points d'une conique : *Si, menant arbitrairement par le sommet* C *du triangle* ABC, *qui a pour sommets trois de ces points, deux droites fixes* $\alpha$ *et* $\beta$, *on fait correspondre à tout point* M *du plan la droite* $\omega$, *qui joint les points* ($\alpha$ — AM), ($\beta$ — BM), *les trois droites correspondant aux derniers points de la conique sont concourantes.* D'ailleurs, si l'on prend pour droites $\alpha$ et $\beta$ des droites passant par deux des trois derniers points de la conique, on obtient le théorème de Pascal. L'énoncé de ce théorème doit sa simplicité à ce que les six points de la conique y interviennent d'un manière symétrique; on ne peut pas obtenir une pareille symétrie pour la propriété de dix points d'une surface du second ordre; cela tient à une différence entre les propriétés des nombres 6 et 10. Quoi qu'il en soit, nous croyons pouvoir donner le théorème II comme une généralisation du théorème de Pascal. Effectivement, au point de vue théorique, les conclusions : trois points en ligne droite, six droites sur un complexe du premier ordre, sont comparables; au point de vue pratique, nous allons montrer que le théorème II a, pour les surfaces du second ordre, les mêmes conséquences que celui de Pascal pour les coniques.

» Problème. — *Trouver les traces d'une droite* L *sur une surface du second ordre* S *donnée par neuf* points A, B, C, D, 5, 6, 7, 8, 9.

» Si la droite L passe par l'un des points donnés B, on est ramené à trouver sur un complexe du premier ordre $\sigma$ donné par cinq droites ($\omega_5$, $\omega_6$, $\omega_7$, $\omega_8$, $\omega_9$) la droite $\omega$, qui se trouve dans un plan P et passe par un point $\pi$. D'ailleurs les cinq droites $\omega_5$, ..., $\omega_9$ s'obtiennent une fois pour toutes; chacune d'elles est l'intersection de deux plans connus. Pour le plan P, il est déterminé par la droite (H — C, L) et par le point ($\lambda$ — A, L). Enfin le point $\pi$ est celui où le plan P est rencontré par la droite qui joint le point fixe (H — AC) au point ($\mu$ — A, L).

» Si la droite L est quelconque, à cette droite correspond un hyperboloïde considéré comme formé d'un seul système de génératrices, et l'on est ramené à construire les deux droites communes à cet hyperboloïde et au complexe $\sigma$.

» *Propriétés de neuf points d'une courbe gauche du quatrième ordre et de huit points associés.* — Ces propriétés sont analogues aux théorèmes I et II, seulement on a comme conclusions : pour la courbe gauche, cinq droites appartenant à une même congruence du premier ordre; pour le groupe de points associés, quatre droites appartenant à un même système de génératrices d'un hyperboloïde.

» Dans un Mémoire plus détaillé, nous montrerons que l'on peut choisir les droites $\lambda$ et $\mu$ et le plan H, considérés dans le théorème II, de manière à simplifier les applications de ce théorème.

» Les propositions obtenues pour les surfaces du second ordre et la courbe gauche du quatrième ordre s'étendent facilement, et sous la même forme, aux surfaces du troisième ordre et à la courbe gauche du sixième ordre, intersection de deux surfaces du troisième ordre, qui ont en commun trois droites non concourantes.

» Un grand nombre de problèmes, du premier et du deuxième degré, sur les surfaces du deuxième ordre, du troisième ordre ou de la troisième classe, et sur quelques-unes de leurs courbes d'intersections, ou des développables que l'on peut leur circonscrire, sont ainsi ramenés à des constructions, que l'on sait effectuer, sur des systèmes de droites. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une cause probable de désaccord entre la force électromotrice des piles et les données thermochimiques.* Note de M. G. CHAPERON, présentée par M. Cornu.

« Parmi les éléments voltaïques dont la force électromotrice réelle présente des différences considérables avec la force électromotrice théorique calculée au moyen des données thermochimiques, un certain nombre semblent montrer des phénomènes dus à la polarisation du métal soluble ou attaquable. Plusieurs cas remarquables ont été constatés par M. Edm. Becquerel en 1856 : ils se rapportent à des couples contenant du fer, du nickel ou du cobalt dans une dissolution de potasse. Ces couples, bien qu'ayant une électrode positive impolarisable, fournissent un courant qui tombe très rapidement vers zéro. Les éléments où entrent le magnésium dans la même dissolution de potasse et l'aluminium dans l'eau acidulée sulfurique offrent des propriétés analogues. La force électromotrice de tous ces couples diffère d'ailleurs beaucoup de sa valeur théorique, même lorsqu'on la mesure *à l'état statique,* à l'électromètre, par exemple.

» C'est ainsi que l'élément aluminium, acide sulfurique dilué, sulfate

de cuivre, cuivre, donne $0^{volt},62$, la force électromotrice théorique étant $2^{volts},06$. L'élément magnésium-platine dans la potasse, contrairement à ce qu'indiqueraient les données thermiques, est moins énergique que l'élément zinc-platine dans le même liquide ($1^{volt},35$ au lieu de $1^{volt},43$).

» Bien que l'on ne considère habituellement le phénomène appelé *polarisation* comme susceptible de modifier l'énergie électrique fournie par une action chimique que par le fait du passage du courant, il semble possible, *a priori,* que les propriétés inhérentes aux métaux, quelles qu'elles soient d'ailleurs, qui concourent à produire ce phénomène, modifient aussi la force électromotrice statique. Nous avons ainsi été conduit à constater et à étudier, sous leur forme générale, les phénomènes de polarisation produits par les métaux cités, dans les dissolutions même où l'énergie électrique qu'ils produisent présente des anomalies.

» Cette étude, en raison de l'effet possible d'une couche d'oxyde, qui altérerait beaucoup la conductibilité des électrodes et causerait, à elle seule, une différence de potentiel notable pendant qu'elles communiquent avec la pile, a dû être faite d'une façon particulière.

» La méthode suivie consiste à couper rapidement le circuit fermé par les électrodes et la pile pour mettre ces électrodes en communication pendant un temps très court avec les armatures d'un condensateur d'assez grande capacité (1 microfarad). En réitérant cette opération un certain nombre de fois, ce qui se fait aisément au moyen d'une clef, le condensateur finit par se charger, avec une différence de potentiel des armatures très rapprochée de la différence maxima qu'ont retenue les électrodes. On mesure alors cette différence de potentiel, soit par l'impulsion d'un galvanomètre, soit, plus commodément, à l'électromètre. Avec des électrodes dites impolarisables, de zinc distillé dans le sulfate de zinc, par exemple, et une source de 1 volt, en trois coups de clef on a une charge de quelques centièmes de volt, qui n'augmente pas pour cent coups de plus; avec un système polarisable, au contraire, en trois ou quatre coups, le condensateur est chargé avec une différence très rapprochée de 1 volt.

» Il est commode de mettre les résultats sous forme de courbes ayant pour abscisses les différences de potentiel établies par la source variable entre les électrodes, et pour ordonnées les différences restituées par ces électrodes au condensateur.

» L'examen de ces courbes montre que les métaux étudiés donnent, avec les électrolytes dans lesquels nous les avons examinés, des systèmes polarisables jusqu'à la *décomposition de l'électrolyte en ses éléments,* la diffé-

rence de potentiel retenue par les électrodes croissant, suivant une loi bien continue, entre zéro et le point d'électrolyse, et même beaucoup au delà. La limite de force électromotrice atteinte ainsi, après l'électrolyse apparente, est souvent supérieure à celle que donne le platine. Ainsi, avec le magnésium dans les alcalis, on a des forces électromotrices restituées de $3^{\text{volts}},8$, avec l'aluminium dans l'eau acidulée, plus de 4 volts.

» Essayons maintenant de préciser et d'interpréter les rapports que nous avons dit exister entre les phénomènes de polarisation et l'anomalie de la force électromotrice *statique*. Pour cela, désignons par $T_{mR}$, $T_{mH}$ le travail ou l'énergie électrique correspondant à une température et une pression données, à l'absorption ou à la restitution des éléments R et H d'un électrolyte par une électrode de métal polarisable *m*. $T_{mR}$ et $T_{mH}$ ne sont pas des constantes, mais varient au contraire dans des limites très étendues, diminuant à mesure qu'augmente la quantité absorbée des éléments R et H.

» Cela posé, le travail chimique correspondant à l'énergie électrique restituée par deux électrodes polarisées sera en général

$$T_{RH} - T_{mR} - T_{mH},$$

$T_{RH}$ étant, dans les conditions données, l'énergie de formation de l'électrolyte; $T_{mR}$, $T_{mH}$ ayant les valeurs qui correspondent aux deux états de saturation des électrodes amenés par l'effet de la source. Si la polarisation suit une loi continue, comme on peut le constater, par exemple, sur les systèmes que nous avons étudiés, cette valeur de l'énergie chimique devra varier de $T_{RH}$ à zéro entre le point d'électrolyse et l'état de neutralité des électrodes, qui est alors caractérisé par l'égalité

$$T_{RH} - T_{mR} - T_{mH} = 0. \tag{1}$$

» Dans ce même intervalle, $T_{mR}$ et $T_{mH}$ varieront de zéro à deux valeurs positives; chacune de ces valeurs sera donc, à la limite, plus petite que T(RH). C'est la valeur limite de $T_{mR}$ satisfaisant à l'équation (1) qui entrerait dans le calcul des forces électromotrices théoriques au lieu de la chaleur de combinaison.

» Cette équation (1) est pour ainsi dire évidente, si on la considère comme exprimant ce fait que le métal ne dégagerait pas d'énergie électrique ou de travail en décomposant l'électrolyte à lui seul. Il a dû, en effet, atteindre toujours cet état d'équilibre, au cas où il n'existerait pas avant le contact de l'électrolyte. Il est utile d'ajouter que l'existence des deux coefficients variables, $T_{mR}$, $T_{mH}$, n'entraîne pas celle de deux systèmes

chimiques à proportions indéfinies; il suffit en effet que de pareils systèmes se réalisent avec l'un des éléments des électrolytes; l'hydrogène, par exemple, peut faire varier d'une manière continue l'énergie chimique du métal des électrodes relativement à une réaction quelconque. »

CHIMIE. — *Action exercée sur la lumière polarisée par les solutions de cellulose dans la liqueur de Schweizer.* Note de M. A. LEVALLOIS.

« Le pouvoir rotatoire que possède la solution de coton nitré dans l'alcool éthéré m'a fait penser, me conformant en cela aux vues si remarquables de M. Pasteur, à examiner, à la lumière polarisée, les solutions de cellulose dans la liqueur de Schweizer.

» Deux observations semblaient indiquer que la cellulose qui n'a pas subi l'action prolongée des acides ne possède pas de pouvoir rotatoire : l'une de Béchamp qui, ayant préparé, par l'action convenablement ménagée de l'acide sulfurique sur du coton, une substance qu'il rapprocha de la cellulose et qu'il appela *ligneux soluble*, ne remarqua aucun indice d'action de cette substance sur le plan de polarisation; l'autre de Mulder, qui constata la neutralité rotatoire d'une liqueur presque incolore, que l'on obtient en plaçant des lames de zinc dans une liqueur de Schweizer chargée de cellulose.

» On peut rappeler, à propos du ligneux soluble de Béchamp, que le térébène, carbure inactif, est isomérique avec un carbure actif, le térébenthène, et que le premier dérive du second par l'action de l'acide sulfurique. Quant à la solution incolore obtenue par Mulder, elle garde si peu de cellulose qu'il est permis de supposer que sa neutralité tient à sa dilution.

» L'étude spectroscopique du réactif de Schweizer montre que les rayons que laisse passer ce liquide, sous une certaine épaisseur, constituent une lumière bleue homogène : aussi le polarimètre à pénombre peut-il servir à l'étude des solutions de cellulose, l'une des extinctions se faisant encore avec une netteté suffisante pour le degré d'approximation que l'on peut obtenir avec une liqueur aussi colorée que le réactif ammoniaco-cuivrique. Je ferai remarquer que, si l'on veut ramener à la lumière jaune les observations faites avec la lumière bleue qui traverse la liqueur de Schweizer, il faut diviser par 1,85 les déviations obtenues. Ce chiffre a été établi en observant comparativement des solutions sucrées à la lumière du sodium et à la lumière qu'avait laissé passer une auge remplie de réactif ammoniaco-cuivrique.

» Ayant dissous du coton purifié dans une liqueur de Schweizer préparée en faisant passer plusieurs fois de l'ammoniaque dans une allonge remplie de tournure de cuivre, j'ai obtenu un liquide qui, filtré sur un tampon d'amiante calcinée, put être observé au polarimètre lorsque j'eus pris l'arc électrique comme foyer lumineux. Je constatai alors une déviation *à gauche* du plan de polarisation égale à environ 20° pour une solution au centième.

» Par l'addition de liqueur de Schweizer à une solution saturée contenant $1^{gr},5$ de cellulose pour $100^{cc}$ de liqueur et donnant une rotation de $24°,5$, j'ai trouvé des déviations qui ne sont pas absolument proportionnelles à la concentration de la dissolution, de telle sorte que, si l'on porte sur l'axe des $x$ les déviations exprimées en degrés et sur l'axe des $y$ les quantités de cellulose dissoute dans 1000 de réactif, on obtient une ligne presque droite, tournant une légère convexité vers l'axe des $x$.

» Si, au lieu d'étendre avec le réactif même, on étend avec de l'eau ou avec de l'ammoniaque, on constate d'abord une rapide diminution dans le pouvoir rotatoire, puis un équilibre s'établit et, si l'on porte encore sur l'axe des $x$ les déviations et sur l'axe des $y$ les quantités de cellulose dissoute, on peut tracer une ligne droite qui ne se dirige pas sur l'origine et dont l'équation est

$$y = 0,56x + 1,3.$$

Vers un point qui correspond à une liqueur contenant $0^{gr},36$ de cellulose pour $100^{cc}$ de réactif, un saut brusque incline la ligne presque parallèlement à l'axe des $y$, la rotation ne diminuant que faiblement par l'addition de grandes quantités d'eau. Enfin une droite se dirige sur l'origine et a pour équation

$$y = 0,67x.$$

» On peut donc admettre au moins quatre équilibres, correspondant, le premier, à la solution de cellulose dans la liqueur de Schweizer normale, les trois autres à la présence de quantités d'eau différentes.

» Une autre liqueur fut préparée de la façon suivante : on versa dans une solution de sulfate de cuivre assez d'ammoniaque pour dissoudre le précipité, puis on traita par la potasse. Le précipité, lavé par décantation, fut dissous dans l'ammoniaque. Cette liqueur, plus énergique que la première, fournit avec l'eau des résultats différents qui, traduits géométriquement, de la même manière que les observations précédentes, donnèrent une

courbe tournant une légère convexité vers l'axe des $y$. Enfin, pour une même teneur en cellulose, des liqueurs de plus en plus riches en oxyde de cuivre accusent des déviations croissantes, mais je n'ai pu, jusqu'ici, saisir la relation de ce phénomène.

» On voit combien sont complexes les rapports entre les solutions de cellulose dans le réactif ammoniaco-cuivrique et les rotations qu'elles impriment au plan de polarisation. Pour simplifier l'étude comparative que j'ai entreprise des celluloses de provenances diverses, j'ai pris pour type le coton purifié et je compare la rotation que donne une solution de la cellulose en expérience à la rotation que donne une solution de coton placée exactement dans les mêmes conditions.

» Le coton, le lin, le chanvre, le papier à filtrer produisent les mêmes déviations; l'hydrocellulose, préparée comme l'indique M. Aimé Girard, fournit des chiffres très légèrement inférieurs à ceux de ces celluloses : la solution de coton à 1 pour 100 donnant une rotation de 20°, l'hydrocellulose fournit des résultats dont la moyenne est 19°, 5. Avec la cellulose retirée d'un varech, la *Zostera marina* (Linné), on lut 3°, 2 alors que la solution de coton donnait 3°, 5; cette faible différence est due, sans doute, à des impuretés.

» La tunicine, cette substance ternaire animale qui présente la même composition centésimale que la cellulose, méritait tout particulièrement l'examen. M. Berthelot ayant réussi à la transformer en glucose par l'action de l'acide sulfurique concentré, on peut la considérer comme identique à la cellulose végétale. L'étude polarimétrique vient confirmer cette manière de voir.

» $1100^{gr}$ d'*Ascidia intestinalis* furent, après lavage par l'eau, traités par l'acide chlorhydrique étendu qui, dissolvant les dépôts calcaires de la surface, permit d'enlever facilement, par un nouveau lavage, les végétations fixées sur les enveloppes; puis on coupa les ascidies en deux et l'on retira leurs organes intérieurs. Les enveloppes, divisées en petits fragments, furent immergées dans l'acide chlorhydrique faible et ensuite traitées par la potasse au vingtième bouillante. Au bout d'une heure et après d'abondants lavages suivis d'une forte compression, on délaya la matière dans de l'eau chlorée; après élimination du chlore, on fit encore bouillir dans la potasse au vingtième, on lava et on sécha. Les fragments cornés ainsi obtenus furent passés au moulin et la poudre subit une dernière fois l'action de la potasse. Après lavage et dessiccation, on recueillit $4^{gr}, 5$ d'une substance

un peu jaunâtre, spongieuse, se désagrégeant sous la pression des doigts, soluble en entier dans le réactif ammoniaco-cuivrique et ne contenant plus que 0,003 d'azote.

» Deux solutions de cette substance dans la liqueur de Schweizer ont donné des déviations de 3°,3 et de 3°,5, alors qu'une solution de coton, placée dans les mêmes conditions, donnait 3°,5. »

CHIMIE. — *Sur un cas de dimorphisme observé avec l'hyposulfite de soude* ($NaO, S^2O^2, 5HO$). Note de MM. **F. Parmentier** et **L. Amat**, présentée par M. Debray.

« En étudiant la cristallisation de dissolutions sursaturées d'hyposulfite de soude, nous avons trouvé un certain nombre de faits nouveaux; en particulier, nous avons observé un cas de dimorphisme du sel ordinaire, ($NaO, S^2O^2, 5HO$).

» On sait que si l'on abandonne à elle-même, à la température ordinaire, une dissolution sursaturée d'hyposulfite de soude, en la mettant par un moyen quelconque à l'abri de tout germe de cristal de même sel, cette dissolution peut se conserver fort longtemps sans cristalliser. L'introduction d'un cristal d'hyposulfite de soude dans la liqueur détermine la formation de prismes gros et courts, identiques aux cristaux introduits.

» La température monte jusqu'à un point qui dépend de la quantité d'eau ajoutée au sel, et qui est toujours inférieure à 47°,9, point de fusion du sel ordinaire, d'après nos expériences.

» En refroidissant des dissolutions très concentrées d'hyposulfite de soude ordinaire dans un mélange réfrigérant, en l'absence de tout germe de cristal de sel ordinaire, nous avons constaté qu'il se produit des cristaux fort différents des précédents; ce sont des aiguilles très fines, d'une longueur de plusieurs centimètres. La température du liquide s'élève encore, mais, toutes choses égales d'ailleurs, moins que dans l'expérience précédente.

» Les cristaux ainsi obtenus, ensemencés avec les précautions convenables dans des dissolutions sursaturées d'hyposulfite de soude, ont reproduit des cristaux identiques, toujours avec dégagement de chaleur, mais avec une élévation de température ne dépassant pas 32°. Quand nous avons introduit, dans des liqueurs contenant ces aiguilles fines, des parcelles de cristaux d'hyposulfite ordinaire, nous avons vu la liqueur s'échauffer et

ces aiguilles disparaître, pendant qu'il se produisait des prismes gros et courts, identiques au sel introduit. En essayant d'isoler ces aiguilles fines par décantation de l'eau mère et compression des cristaux entre des feuilles de papier, nous avons toujours eu le même phénomène de transformation, par suite de la présence de germes de cristaux du sel ordinaire dans l'atmosphère.

» Pour arriver à isoler les cristaux observés, à l'état de pureté, sans eaux mères, afin de les analyser, nous avons employé le procédé suivant: une dissolution chaude et concentrée d'hyposulfite de soude était introduite dans un appareil formé de deux ballons reliés entre eux par un tube coudé, de façon à avoir un système clos. On chauffait les ballons et le tube vers 60°, afin d'y détruire tout germe de cristal. Le ballon dans lequel se trouvait le liquide était ensuite refroidi dans un mélange réfrigérant. Une fois la cristallisation produite et les ballons revenus à la température ordinaire, les eaux mères étaient décantées dans le deuxième ballon. On chauffait avec précaution le ballon contenant les cristaux pour fondre le sel, en ayant soin cependant de conserver quelques cristaux destinés à servir de germes. Quand la moitié environ du sel était cristallisée par refroidissement, la liqueur mère était amenée dans le deuxième ballon. Après une série de huit ou dix opérations analogues, nous n'avions plus dans le premier ballon qu'une portion très minime de la matière mise en expérience. Les cristaux obtenus étaient très nets et sans traces d'eaux mères, ce qui, du reste, avait déjà lieu après trois ou quatre cristallisations. Les ballons étaient ensuite séparés et le sel analysé. Les cristaux arrivant au contact de l'air se transforment, il est vrai, mais, la masse totale de la matière restant la même, on peut la soumettre à l'analyse.

» Les résultats de l'analyse nous ont montré que la composition des cristaux ainsi obtenus correspond à celle de l'hyposulfite de soude ordinaire, c'est-à-dire qu'elle est représentée par la formule $NaO, S^2O^2, 5HO$.

» Pour vérifier, par un autre procédé, ce fait important, nous avons introduit dans un tube en U de l'hyposulfite de soude ordinaire bien pur; ce tube, scellé à la lampe, a été chauffé vers 60°, afin d'y détruire tous les cristaux. Le liquide produit a été coulé dans l'une des branches du tube, puis amené à cristallisation dans un mélange réfrigérant, pour obtenir le sel modifié. La matière refondue lentement, de façon à y conserver quelques traces de cristaux, a été abandonnée à elle-même; quand la moitié environ du sel eut cristallisé, la liqueur mère a été décantée dans la deuxième branche où elle s'est solidifiée. En analysant séparément la matière contenue dans

chacune des branches, nous lui avons trouvé une composition identique, la composition du sel employé.

» Les deux modifications obtenues dans les conditions que nous avons énumérées diffèrent nettement entre elles. L'hyposulfite de soude ordinaire fond à 47°,9, tandis que la modification nouvelle fond à 32°; ce caractère est très net et permet de reconnaître facilement quelle espèce de sel on a reproduite. Comme aspect extérieur, les deux espèces de cristaux sont fort différentes; le sel ordinaire se présente sous la forme de prismes gros et courts, tandis que le sel fondant à 32° cristallise en aiguilles longues et fines. Cependant le sel fondant à 32° semble cristalliser comme le sel ordinaire dans le système clinorhombique; les angles des deux espèces de cristaux paraissent très voisins. Le sel fondant à 32°, au simple contact du sel ordinaire, se transforme avec dégagement de chaleur, et les cristaux deviennent opaques, de proche en proche, à partir du point touché. Si l'on opère la transformation à 32°, le thermomètre monte à 47°, 9, et une partie du sel entre en fusion.

» Si l'on emploie dans ces expériences de l'hyposulfite de soude partiellement déshydraté, on ne reproduit plus, par abaissement de température, le sel précédent, mais d'autres sels moins riches en eau, et la cristallisation se produit à une température d'autant plus élevée que le sel contient moins d'eau. Ces sels sont imprégnés d'une plus ou moins grande quantité d'eaux mères. Le contact de ces matières avec du sel ordinaire donne également lieu à un dégagement de chaleur et à une transformation de la masse [1]. Nous continuons l'étude de ces hydrates.

» Pour mesurer la chaleur de transformation de l'hyposulfite de soude fondant à 32° en sel ordinaire, nous avons déterminé sa chaleur de dissolution. La dissolution des deux espèces de sels, dans l'eau, est la même; on peut, en effet, par ensemencement, reproduire dans une dissolution des cristaux de l'une ou de l'autre espèce. Par conséquent, la chaleur de transformation sera la différence entre la chaleur de dissolution des deux sels.

» La chaleur de dissolution du sel ordinaire a été déterminée par M. Ber-

---

(1) Baumhauer (*Journal für praktische Chemie*, t. CIV, p. 448, et *Jahresberichte*, 1868, p. 42) indique que l'hyposulfite de soude, en dissolutions sursaturées, tantôt se prend en masse à 0°, tantôt reste fluide même à — 10°, et que les matières translucides obtenues se transforment en une masse blanche, avec dégagement de chaleur, par le contact avec le sel ordinaire; mais cette simple observation n'a pas été élucidée par l'auteur qui ne dit rien sur la composition de la matière obtenue, pas plus que sur ses propriétés physiques.

thelot et par M. Thomsen, qui ont trouvé $-5^{Cal},8$ [B.], $-5^{Cal},7$ [Th.].

» Nous avons, par les procédés indiqués par M. Berthelot et avec son calorimètre, trouvé pour la chaleur de dissolution du sel fondant à 32° le nombre $-4^{Cal},4$.

» Ce nombre a été trouvé le même, soit que l'ampoule contenant le sel ait été brisée dans le calorimètre, soit qu'elle ait été ouverte à l'air, pour produire la transformation du sel au moment de son immersion dans l'eau.

» En adoptant le nombre trouvé par M. Berthelot, $-5^{Cal},8$, pour la chaleur de dissolution de l'hyposulfite de soude ordinaire, la chaleur de transformation du sel fondant à 32° est $+1^{Cal},4$. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les sulfites et bisulfites de soude.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« La suite de mes recherches sur le glyoxal m'a conduit à examiner les combinaisons que forme ce composé avec les bisulfites des bases alcalines et alcalino-terreuses. J'ai dû mesurer préalablement la chaleur de formation de ces sulfites, étude tout à fait analogue à celle que M. Berthelot a publiée récemment (¹) sur les sulfites de potasse. Les résultats qui suivent sont relatifs aux sulfites de soude et ils conduisent de même à admettre que le métasulfite est seul stable dans les dissolutions.

» I. *Sulfite neutre de soude.* — J'ai préparé ce sel anhydre et hydraté.

» On obtient le sulfite hydraté en saturant un poids connu de carbonate de soude par l'acide sulfureux, et ajoutant ensuite un poids égal de carbonate. Une portion du sel se dépose immédiatement; l'autre se sépare des eaux mères, par évaporation dans une atmosphère d'azote sec, en gros cristaux transparents. J'ai analysé et dissous séparément ces deux échantillons.

| Analyses. | Cristaux déposés immédiatement. | Gros cristaux. | Calculé pour $NaSO^3,7HO$. |
|---|---|---|---|
| $SO^2$ | 24,75 | 24,68 | 25,40 |
| NaO | 24,52 | 23,89 | 24,60 |
| HO (perte à 150° dans l'hydrogène sec) | 49,96 | 50,89 | 50,00 |

» La chaleur de dissolution des deux sels (1 partie de sel + 40 parties

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. I, p. 73.

d'eau) a été trouvée identique à $+10°$ :

| | |
|---|---|
| Petits cristaux ......... | $-5^{Cal},61$ |
| Gros cristaux .......... | $-5^{Cal},49$ |
| Moyenne .......... | $-5^{Cal},55$ |

» Ce composé a été décrit par Rammelsberg et Schultz-Sellack. Je n'ai pu obtenir l'hydrate à 10HO de Muspratt.

» Le sel à 7HO perd toute son eau lorsqu'on le chauffe à 150°. La chaleur de dissolution du sulfite neutre anhydre a été trouvée de $+1^{Cal},25$ à $+10°$. On en déduit :

$$NaO, SO^2 \text{ sol.} + 7HO \text{ sol.} = NaO, SO^2, 7HO \text{ sol.} \dots \quad +1^{Cal},75$$
$$NaO, SO^2 \text{ sol.} + 8HO \text{ liq.} = NaO, SO^2, 7HO \text{ sol.} \dots \quad +6^{Cal},80$$

» D'autre part j'ai obtenu, entre $+8°$ et $+10°$,

$$S^2O^4 (64^{gr} = 4^{lit}) + 2NaO (31^{gr} = 2^{lit}) \dots \quad +15^{Cal},20 \times 2$$
$$S^2O^4 \quad » \quad + NaO \quad » \quad \dots \quad +16^{Cal},65$$

» On en déduit, pour l'action d'un deuxième équivalent de soude sur le bisulfite dissous formé à l'instant même,

$$S^2O^4, NaO, HO \text{ étendu} + NaO \text{ étendu} \dots \quad +13^{Cal},91$$

» L'addition d'un excès de soude au sulfite neutre dégage :

$$SO^3Na \text{ dissous} + NaO \text{ dissoute} \dots \quad +0^{Cal},32$$

» A l'aide des données précédentes et des chaleurs de formation de l'acide sulfureux et de la soude dissous, on trouve :

$$S + O^3 + Na = SO^3Na \text{ solide} \dots \quad +130^{Cal},5$$
$$SO^2 \text{ gaz} + NaO \text{ anhydre} = SO^3Na \text{ solide} \dots \quad +45^{Cal},75$$

» Le sulfite neutre de soude dissous est décomposé en partie par l'acide chlorhydrique étendu, la base se partageant entre les deux acides avec formation de bisulfite et de chlorure. J'ai obtenu, à $+12°$,

$$2NaSO^3 \text{ étendu} + 2HCl (1^{éq} = 2^{lit}) \dots \quad -1^{Cal},42$$

» Il se produit ici des équilibres tout à fait analogues à ceux que M. Berthelot a signalés pour le sulfite et le sulfate de potasse en présence de l'acide chlorhydrique.

» II. *Bisulfite de soude anhydre* (*métasulfite*). — Ce sel se sépare à froid, à l'état anhydre, des dissolutions qu'on obtient en saturant d'acide sulfureux

des cristaux de carbonate de soude, par une lente évaporation dans une atmosphère d'acide sulfureux sec. Il est en gros cristaux, inaltérables à l'air.

| | Trouvé. | Calculé pour $NaO, S^2O^4$. |
|---|---|---|
| $NaO$ | 32,69 | 32,63 |
| $SO^2$ | 66,98 | 67,37 |

» Ce composé correspond au métasulfite de potasse $KO, S^2O^4$ défini par M. Berthelot. Je n'ai pu obtenir aucun des hydrates du bisulfite de soude qui ont été signalés.

» La chaleur de dissolution du bisulfite anhydre (1 p. sel + 60 p. eau) est de $-2^{Cal},62$ à $+10^{o}$.

» La dissolution traitée immédiatement par un équivalent de soude a dégagé $+14^{Cal},10$.

» En dissolvant ce composé solide dans la soude étendue, on a trouvé $-11^{Cal},61$. Ce nombre, augmenté de la chaleur de dissolution dans l'eau $(-2,62)$, prise en sens contraire, donne $+14^{Cal},23$.

» Enfin le mélange des dissolutions de $S^2O^4$ et $NaO$, mélange qui dégage $+16^{Cal},65$, porté à $100^{o}$ pendant plusieurs heures et traité après refroidissement par un second équivalent de soude, a fourni $+14^{Cal},13$. La moyenne de ces trois nombres est $+14^{Cal},15$. D'autre part, on a vu plus haut que l'action d'un second équivalent de soude sur la dissolution du bisulfite formée à l'instant même est $15,28 \times 2 - 16,65$, soit $+13^{Cal},91$, et l'expérience directe a donné $+13^{Cal},71$; la moyenne serait $+13^{Cal},81$.

» La différence entre $+13^{Cal},81$ et $+14^{Cal},15$ est trop faible pour que l'on puisse en conclure aussi un changement dans la constitution des dissolutions de bisulfite de soude.

» Il en résulte que les dissolutions de bisulfite de soude, formées à l'instant même par l'union de l'acide et de la base dissous, se comportent comme si elles contenaient tout d'abord du métasulfite dissous, le bisulfite normal n'existant pas ou bien se transformant immédiatement, comme il arrive au bisulfite de potasse un peu plus lentement.

» De ces nombres on déduit les données suivantes :

| | Cal |
|---|---|
| $S^2 + O^5 + Na = S^2O^5Na$ solide | $+174,2$ |
| $S^2O^4$ gaz $+ NaO$ anhydre | $+54,9$ |
| $SO^2$ gaz $+ NaSO^3$ anhydre | $+19,4$ |

» III. On peut, à l'aide de ces résultats et de diverses données de M. Berthelot et de M. Sabatier, dresser le Tableau suivant des chaleurs de formation de quelques sels de potasse et de soude des acides du soufre :

Potasse.

| Rapport $S^2 : K$. | Cal | Rapport $S : K^2$. | Cal |
|---|---|---|---|
| Bisulfure $S^2K$........ | + 53,0 | Sulfure $S^2K^2$....... | + 102,3 |
| Métasulfite $S^2O^5K$.... | + 184,6 | Sulfite $S^2O^6K^2$...... | + 272,6 |
| | | Sulfate $S^2O^8K^2$...... | + 342,2 |

Soude.

| Rapport $S^2 : Na$. | Cal. | Rapport $S^2 : Na^2$. | Cal |
|---|---|---|---|
| Bisulfure $S^2Na$....... | + 45,9 | Sulfure $S^2Na^2$...... | + 88,4 |
| Métasulfite $S^2O^5Na$... | + 174,2 | Sulfite $S^2O^6Na^2$...... | + 261,0 |
| | | Sulfate $S^2O^8Na^2$..... | + 326,4 |

» On en déduit, pour les sels de potasse,

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $O^5$ | fixé sur | $S^2K$ | dégage | $5 \times 26,3$ | pour donner | $S^2O^5K$ |
| $O^6$ | » | $S^2K^2$ | » | $6 \times 28,4$ | » | $S^2O^6K^2$ |
| $O^2$ | » | $S^2K^6O^2$ | » | $2 \times 34,8$ | » | $S^2O^8K^2$ |

et pour les sels de soude correspondants à peu près les mêmes valeurs :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $O^5$ | fixé sur | $S^2Na$ | dégage | $5 \times 25,7$ | pour donner | $S^2O^5Na$ |
| $O^6$ | » | $S^2Na^2$ | » | $6 \times 28,8$ | » | $S^2O^6Na^2$ |
| $O^2$ | » | $S^2O^6Na^2$ | » | $2 \times 32,7$ | » | $S^2O^8Na^2$ |

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthylènes chloro-iodé et bromo-iodé dissymétriques*. Note de M. L. **Henry**, présentée par M. Wurtz.

« A l'éthylène $CH^2=CH^2$ correspondent deux séries de dérivés haloïdes bisubstitués isomères :

» *a*. Des dérivés *symétriques* simples $CHX=CHX$, ou mixtes $CHX=CHX'$ : ce sont les dérivés *acétyléniques*.

» *b*. Des dérivés *dissymétriques*, pouvant être aussi simples $CX^2=CH^2$ ou mixtes $CXX'=CH^2$.

» Les dérivés *simples* de chacun de ces groupes sont tous connus aujourd'hui ; il en est de même des dérivés *mixtes symétriques*. Quant aux dérivés *mixtes dissymétriques*, la série en est encore fort incomplète ; un seul de ses termes, l'*éthylène chlorobromé* $CH^2=CClBr$ (ébullition, 63), a été décrit jusqu'ici.

» La présente Note a pour but de faire connaître les deux dérivés iodés $CH^2=CClI$ et $CH^2=CBrI$.

» Ces deux corps résultent, ainsi que j'ai eu l'honneur de l'indiquer dans les Communications précédentes, de l'action des alcalis caustiques sur les produits de l'addition du chlorure d'iode ICl à l'éthylène monochloré et à l'éthylène monobromé. Chacun de ces produits, $C^2H^3Cl^2I$ et $C^2H^3ClBrI$, fournit, dans ces conditions, deux dérivés éthyléniques bisubstitués $CX^2=CH^2$ dissymétriques, mais en des quantités fort inégales; comme les points d'ébullition de ces corps, simultanément formés, sont, dans l'un et l'autre cas, fort éloignés, la distillation fractionnée permet de les séparer aisément

» A. *Ethylène chloro-iodé* $CClI=CH^2$. — Il se forme en même temps que l'éthylène bichloré dissymétrique $CCl^2=CH^2$ (ébullition, 35°) dans la réaction de la potasse alcoolique, en léger excès, sur $C^2H^3Cl+ICl$; il n'est, par sa quantité, que le produit accessoire de la réaction.

» Cet éthylène chloro-iodé $CClI=CH^2$ constitue un liquide incolore, mais se décomposant rapidement à la lumière, en devenant à la fin violet pourpre foncé; fraîchement distillé, il exhale une légère odeur éthérée; mais, après quelque temps, celle-ci fait place à l'odeur pénétrante des chlorures acides, fait que l'on constate avec tous les autres dérivés de cette nature. Il est insoluble dans l'eau, au fond de laquelle il tombe; sa densité à 0° est, par rapport à l'eau à la même température, 2,1431.

» Sous la pression de $759^{mm}$, il bout en se colorant en violet, à 100°-101°. La densité de sa vapeur a été trouvée égale à 6,54; la densité calculée est 6,51.

» A l'inverse du dérivé chlorobromé $CH^2=CClBr$, si aisément et si rapidement polymérisable, celui-ci se conserve bien comme tel, sauf qu'il absorbe lentement de l'oxygène : aussi son odeur de chlorure acide devient-elle de plus en plus prononcée à la longue.

B. *Éthylène bromo-iodé* $CBrI=CH^2$. — Il résulte de l'action de la potasse alcoolique sur $C^2H^3Br+ICl$, en même temps que le dérivé chlorobromé correspondant $CH^2=CClBr$ (ébullition, 63°); il constitue, par la quantité que l'on en obtient, le produit principal de la réaction.

» L'éthylène bromo-iodé est absolument analogue au composé précédent, mais il est moins odorant et plus altérable encore sous l'action de la lumière.

» C'est également un liquide incolore, mais devenant rapidement violet, insoluble et plus dense que l'eau. Sa densité à 0° est 2,5651. Il bout sous

la pression de $764^{mm}$, en se colorant en violet, à 128°-130°. La densité de sa vapeur a été trouvée égale à 7,92; la densité calculée est 8,05.

» Ce composé se conserve aussi sans se polymériser; il me paraît attirer, moins vivement encore que le précédent, l'oxygène de l'air : aussi reste-t-il peu odorant.

» Chauffés avec de la potasse caustique dans l'alcool, ces corps se transforment en dérivés acétyléniques monosubstitués $CCl \equiv CH$ et $CB^2 \equiv CH$, lesquels sont, comme on le sait, des gaz spontanément inflammables à l'air.

» Les points d'ébullition que j'ai constatés expérimentalement pour ces produits sont ceux que leur assignent leurs rapports de composition avec les dérivés analogues et correspondants de la série *symétrique*.

» Les deux séries des dérivés bisubstitués de l'éthylène, symétriques et dissymétriques, se développent d'une manière parallèle et concordante; quant à la volatilité, les composés dissymétriques $CX^2=CH^2$, simples ou mixtes, sont plus volatils que les composés isomères symétriques $CHX=CHX$; la différence dans le point d'ébullition est constamment de 19° ou 20°; aussi, entre les divers termes correspondants de chacune de ces deux séries, observe-t-on la même différence de volatilité et le même écartement entre les points d'ébullition; le remplacement des corps halogènes les uns par les autres détermine donc des modifications semblables dans la volatilité des dérivés éthyléniques, à quelque série qu'ils appartiennent. Si la place qu'occupent les corps halogènes vis-à-vis du noyau $C = C$ des dérivés éthyléniques bisubstitués influe puissamment sur la volatilité de ceux-ci et fixe leur point d'ébullition, cette place est indifférente quant à la volatilité relative, c'est-à-dire que la modification déterminée dans la volatilité d'un composé bisubstitué, par la substitution d'un corps halogène à un autre, dépend exclusivement de la nature de ceux-ci, de la modification dans le poids moléculaire.

» Le Tableau suivant précise et résume ces relations :

| Dérivés symétriques $CHX = CHX$. | | | | Dérivés dissymétriques $CX^2 = CH^2$. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Différence. | | Point d'ébullition. | Différence. | | Point d'ébullition. | Différence. |
| 55° | $CHCl = CHCl$ | 55° | 20° | $CCl^2 = CH^2$ | 35° | 55° |
| | $CHBr = CHBr$ | 110° | 20° | $CBr^2 = CH^2$ | 90°-91° | |

| | Dérivés symétriques CHX = CHX. | | | Dérivés dissymétriques $CX^2 = CH^2$. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Différence. | | Point d'ébullition. | Différence. | | Point d'ébullition. | Différence. |
| | CHI = CHI | 190° | | | | |
| | CHCl = CHBr | 81°-82° | 19° | CClBr = $CH^2$ | 63° | |
| 37° | | | | | | 37°-38° |
| | CHCl = CHI | 119° | 20° | CClI = $CH^2$ | 100°-101° | |
| 31° | | | | | | 29° |
| | CHBr = CHI | 150° | 20° | CBrI = $CH^2$ | 128°-130° | |
| | CHCl = CHCl | 55° | » | $CCl^2 = CH^2$ | 35° | |
| 27° | | | | | | 28° |
| | CHCl = CHBr | 81°-82° | » | CClBr = $CH^2$ | 63° | |
| 68° | | | | | | 67° |
| | CHBr = CHI | 150° | » | CBrI = $CH^2$ | 128°-130° | |
| 40° | | | | | | 40° |
| | CHBr = CHBr | 110° | » | $CBr^2 = CH^2$ | 90°-91° | |
| | CHCl = CHCl | 55° | » | $CCl^2 = CH^2$ | 35° | |
| 64° | | | | | | 65° |
| | CHCl = CHI | 119° | » | CClI = $CH^2$ | 100°-101° | |

» Je ferai remarquer, en terminant, que la *densité*, à l'état liquide, des dérivés *symétriques* bisubstitués de l'éthylène CHX = CHX est, en général, supérieure à celle de leurs isomères *dissymétriques* $CX^2 = CH^2$.

| | Densité. |
|---|---|
| CHCl = CHI | 2,23 à 0 |
| CClI = $CH^2$ | 2,14 à 0 |
| CHBr = CHI | 2,75 à 0 |
| CBrI = $CH^2$ | 2,56 à 0 |
| CHI = CHI | 3,303 à 21 |
| $CI^2 = CH^2$ | 2,942 à 21 |

» Des rapports semblables, en ce qui concerne la volatilité et la densité, se constatent entre les deux ordres de dérivés bisubstitués de l'éthane; les dérivés symétriques $CH^2X - CH^2X$, ou dérivés *éthyléniques*, sont moins volatils et plus denses que leurs isomères, les dérivés dissymétriques $CH^3 - CHX^2$, ou dérivés *éthylidéniques*.

» Pour être absolument comparables, toutes les déterminations numériques devraient avoir été faites par un même observateur, opérant dans les mêmes conditions. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence des très hautes pressions sur les organismes vivants.* Note de M. **P. Regnard**, présentée par M. Paul Bert.

« Dans la dernière séance de l'Académie, M. Certes annonçait que son intention était d'entreprendre, avec l'appareil de M. Cailletet, un certain nombre de recherches sur la vie des microbes et des ferments aux grandes profondeurs. Or, depuis longtemps déjà, nous possédons une presse permettant d'obtenir plus de $1000^{atm}$, qui nous a été obligeamment confiée par MM. Cailletet et Ducretet, et avec laquelle nous avons pu faire un assez grand nombre d'expériences.

» *Ferments.* — Nous avons placé dans le récipient de la pompe Cailletet de la levure de bière, et nous avons foulé dessus $1000^{atm}$ (¹), correspondant à un fond de plus de $10000^{m}$. Nous l'avons laissée une heure en cet état, puis nous l'avons mise en contact d'eau sucrée. La levure n'était pas tuée, mais elle était tombée dans une sorte de vie latente; elle a mis près d'une heure à se réveiller, puis la fermentation a commencé, et, tout en se faisant lentement, elle a été complète. Dans une deuxième série d'expériences, nous mettons de la levure en contact avec de l'eau sucrée à une pression de $600^{atm}$. L'appareil est maintenu sept heures. Aucune fermentation n'a lieu; on retire le tube : une heure après, la fermentation commence.

» Les ferments solubles, il fallait s'y attendre, ne sont pas influencés par la pression. A $1000^{atm}$, l'amidon est transformé en sucre par la salive.

» *Végétaux.* — Des algues soumises à $600^{atm}$ pendant une heure ont pu décomposer ensuite l'acide carbonique sous l'influence solaire. Mais, quatre jours après, elles étaient mortes et se pourrissaient.

» Des graines de cresson alénois, soumises à $1000^{atm}$ pendant dix minutes, sont sorties gonflées d'eau, et elles n'ont commencé à germer qu'au bout d'une semaine.

» *Animaux inférieurs.* — Nous mettons sous $600^{atm}$ de l'eau croupie fourmillant d'Infusoires. Après une demi-heure les animaux sont retirés : ils ne présentent presque plus de mouvements; ils sont comme endormis, mais ils se réveillent assez rapidement.

» Des Mollusques placés dans les mêmes conditions tombent aussi dans une sorte de vie latente dont ils sortent ensuite lentement.

» Nous avons comprimé à $600^{atm}$ des Sangsues; elles sortent de l'appareil rétractées,

(¹) Il s'agit, bien entendu, de pression obtenue avec de l'eau, et tout ce que nous disons n'a aucun rapport direct avec les effets de l'air comprimé découverts par M. Paul Bert.

en état de mort apparente; mais, quelques heures après, elles se réveillent et ne semblent nullement lésées.

» Quand on comprime à 600$^{atm}$ des Crustacés, tels que des *Gammarus puba*, des *Daphnies*, des *Cypris*, on observe le phénomène du passage à la vie latente d'une manière instantanée et très nette. En cinq minutes les animaux sont endormis et, un quart d'heure après avoir été délivrés, ils sont tous réveillés.

» *Poissons*. — Un poisson sans vessie natatoire, ou dont la vessie a été vidée au préalable [1], peut être impunément soumis à la pression de 100$^{atm}$.

» A 200$^{atm}$, il est comme endormi, mais il se réveille vite. A 300$^{atm}$, il est mort. Au-dessus de 400$^{atm}$, il est mort et *rigide;* il se putréfie même sans perdre sa rigidité.

» En résumé, en portant aux hautes pressions, qui correspondent à celles que supporte le fond de l'Océan, des ferments, des plantes, des Infusoires, des Mollusques, des Annélides, des Crustacés, nous les avons vus tomber dans un état de sommeil, de vie latente dont ils pouvaient encore sortir plus ou moins vite quand la pression avait cessé. Chez les poissons, animaux à phénomènes vitaux plus actifs, nous avons eu non seulement le sommeil, mais la mort.

» Nous avons cherché à analyser le mécanisme de cette mort si rapide, et, frappé par la rigidité du corps, nous avons fait agir la pression sur les muscles eux-mêmes.

» Des pattes de grenouille ont été introduites dans l'appareil. A 100$^{atm}$, la contractilité et l'excitabilité semblent normales; à 200$^{atm}$, le muscle est déjà un peu moins excitable, la contraction est lente, durable, peu étendue; à 300$^{atm}$, le muscle est à peine excitable et à peine contractile. A 400$^{atm}$, plus rien; le muscle est inexcitable et tellement rigide qu'on casse le membre plutôt que de le faire ployer.

» En analysant le phénomène, on constate que le muscle, en devenant rigide, a augmenté de poids. Des cuisses de grenouilles qui, avant d'entrer dans l'appareil, pesaient 15$^{gr}$, en pesaient 17 à la sortie. La cause de cette augmentation de poids nous est inconnue, et nous ne savons même pas encore si elle est d'ordre physique ou d'ordre chimique. Des expé-

---

[1] Lorsqu'on ne prend pas cette précaution, on observe un phénomène assez curieux. Sous la pression de plusieurs centaines d'atmosphères, les gaz de la vessie se dissolvent dans le sang et, au moment de la décomposition, ils se dégagent subitement dans les vaisseaux, formant une mousse qui arrête toute circulation. L'animal meurt par la cause même qui tue les plongeurs décomprimés (Paul Bert). Nous ne savons si les membres de la Commission des dragages ont observé ce phénomène; ils ont dû souvent voir des gaz dans le sang des animaux morts que ramenait la drague. Il faut donc vider avant tout la vessie du poisson, en le plaçant un instant sous la cloche de la machine pneumatique.

riences en cours d'exécution nous éclaireront sans doute. Nous soumettons du reste à la pression tous les autres tissus de l'organisme.

» Si nous rapprochons les résultats de nos expériences des phénomènes constatés par M. Alphonse Milne-Edwards et les naturalistes de l'expédition du *Talisman*, nous trouvons des coïncidences assez intéressantes.

» M. Alphonse Milne-Edwards a remarqué que les poissons de la surface se rencontrent encore à 1000$^m$ et 2000$^m$ de profondeur. Au delà, la faune change. C'est en effet vers 300$^m$ qu'arrivent aux poissons de surface les accidents graves.

» D'autre part, l'état de mort dans lequel arrivent les animaux des grandes profondeurs, même les plus résistants, doit avoir une cause comparable, bien que sans doute tout à fait inverse, à celle de la mort des animaux comprimés, et il y aura sous ce rapport des observations curieuses à faire dans la prochaine expédition.

» Ce sont là, comme on voit, des expériences de début qui demandent à être variées et complétées, mais dont les résultats acquis nous ont paru suffisants pour être soumis à l'Académie ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action du froid sur les microbes.* Note de MM. **R. Pictet** et **E. Yung**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Une première expérience, faite l'an dernier, nous ayant montré qu'un froid de — 100° obtenu par l'évaporation de l'acide sulfureux et du protoxyde d'azote liquides, agissant durant quatre heures, sur différentes espèces de microbes, ne les détruit pas, nous avons procédé récemment à une nouvelle expérience qui, par sa durée et l'intensité du froid obtenu, nous paraît sans précédent.

» Des tubes de verre scellés à la lampe et renfermant les microbes dont nous donnons la liste plus bas furent placés dans une caissette de bois enveloppée de substances mauvaises conductrices de la chaleur. Nous soumîmes, en premier lieu, la caissette et son contenu, pendant vingt heures, à un froid de — 70°, dû à l'évaporation de l'acide sulfureux liquide. Ce dernier fut ensuite remplacé par de l'acide carbonique solide, constamment renouvelé et entretenu autour des tubes, sans diminution de pression, durant quatre-vingt-huit heures, le thermomètre se maintenant entre — 70° et — 76°. Durant une troisième période de vingt heures, nous avons fait agir le vide (0$^m$,718, la hauteur moyenne du baromètre pendant l'expérience étant de 0$^m$,730) sur la neige carbonique, ce qui fit tomber

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie de la Sorbonne et du laboratoire de Physiologie maritime du Havre.

a température de — 76° à 130° environ (¹). Enfin les tubes furent abandonnés à eux-mêmes et la température se releva lentement. Au moment où nous les retirâmes de la caissette, six heures après la cessation du vide, le bouillon de culture des microbes et le sang infesté étaient encore partiellement congelés.

» En résumé, les organismes dont il s'agit ont subi un froid minimum de — 70° durant cent huit heures, porté à — 130° pendant vingt heures.

» Voici maintenant les résultats constatés :

» Le *Bacillus anthracis* (culture ne renfermant plus que des spores) avait conservé toute sa virulence et ne montrait aucune altération sous le microscope.

» *Sang charbonneux* (bacilles puisés dans le sang de la rate d'un lapin tué par l'inoculation de la culture précédente avant son refroidissement). N'a plus montré trace de bacilles après l'action du froid ; son inoculation n'a été suivie d'aucun accident.

» *Bactérie du charbon symptomatique* (sang infesté retiré des muscles de la cuisse d'un cobaye fraîchement tué). L'examen microscopique ne découvre aucune altération sensible. L'inoculation a démontré que le liquide avait conservé toute son activité virulente (²).

» *Bacillus subtilis* et *Bacillus ulna* Cohn, répartis dans cinq tubes dus à l'obligeance de M. le Dr Miquel, chef du service micrographique de l'Observatoire de Montsouris. Le bouillon de culture ensemencé à l'extrémité du fil de platine, par M. Miquel lui-même, dont la grande habileté dans ce genre de recherches est universellement reconnue et appréciée, a toujours donné sans exception, au bout de vingt-quatre heures, les organismes primitivement enfermés dans les tubes scellés. Leur vitalité n'a pas été atténuée par le froid.

» *Micrococcus luteus* Cohn et un *Micrococcus* blanc non déterminé, mais très commun. Des gouttelettes de ces cultures, prises au fil de platine après refroidissement, se sont montrées à M. Miquel, cinquante fois sur cent, incapables de féconder le bouillon de bœuf. Mais quand on prenait la précaution d'ajouter à ce dernier une grosse goutte (de trente au gramme), l'infection était provoquée à coup sûr avec beaucoup de rapidité. Le froid avait donc tué une partie des microcoques dont il s'agit, mais un grand nombre lui avaient résisté.

» *Levure de bière* (*Torula cerevisiæ*). Les torules ne présentent aucune altération à l'examen microscopique; cependant elles sont devenues incapables de fonctionner physiologiquement. Elles ont perdu, en particulier, la propriété de faire lever la pâte de pain.

» *Vaccin* (lymphe du cowpox, recueillie sur un veau). Inoculé au bras gauche d'un enfant après refroidissement, il demeura sans effet, tandis que le même vaccin non refroidi, inoculé au bras droit du même sujet, donna une magnifique pustule.

---

(¹) Température déterminée au moyen de la formule donnée par MM. Raoul Pictet et Cellérier dans leur Mémoire sur les tensions maxima des vapeurs saturées; formule vérifiée, pour la vapeur d'eau, par M. Broch, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, à Breteuil.

(²) Nous remercions ici M. le professeur Arloing, de l'École vétérinaire de Lyon, qui a bien voulu procéder lui-même à l'examen des microbes après leur refroidissement et nous a transmis les résultats que nous venons de citer.

» Nous voyons, en résumé, que, dans les conditions de froid indiquées, un grand nombre d'organismes inférieurs ne sont nullement détruits. Nous aurons l'honneur de communiquer à l'Académie, dans une prochaine Note, les résultats obtenus dans les mêmes conditions sur des êtres, animaux et végétaux, plus hautement organisés. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la transfusion péritonéale.* Note de M. G. **Hayem**, présentée par M. Richet.

« On savait que le sang injecté dans les grandes séreuses se résorbe facilement, lorsque Ponfick eut l'idée de remplacer la transfusion ordinaire, faite dans les vaisseaux, par l'injection du sang dans le péritoine.

» L'opération pratiquée par ce médecin trouva des imitateurs, et depuis quelques années on a fait à l'étranger, notamment en Allemagne et en Italie, près d'une trentaine de transfusions intrapéritonéales chez l'homme.

» Je suis loin de penser que cette variété de transfusion soit préférable à l'injection du sang dans les vaisseaux; mais, comme cette dernière opération présente parfois des difficultés d'exécution, il m'a paru intéressant, même au point de vue pratique, d'étudier chez les animaux les effets consécutifs à la pénétration du sang dans la séreuse abdominale.

» I. Il m'a d'abord été facile de vérifier un point sur lequel tous les observateurs sont d'accord, à savoir la disparition rapide et complète du sang, défibriné ou non, introduit dans la grande cavité du péritoine. J'ai constaté également, comme les autres expérimentateurs, l'innocuité presque absolue de l'opération. Je ferai remarquer toutefois que je n'ai observé l'absence constante de péritonite ou de phénomènes généraux graves que dans les cas où j'ai fait usage de sang provenant d'un animal de la même espèce.

» II. La question que j'ai cherché particulièrement à résoudre est celle-ci : le sang est-il absorbé en nature et arrive-t-il dans la circulation générale avec ses éléments propres?

» Introduit dans la séreuse, il ne subit pas d'altérations morphologiques sensibles, même lorsqu'il s'agit de sang emprunté à un animal d'espèce différente. Au bout de plusieurs jours, les hématies de la portion non encore absorbée sont presque toutes encore parfaitement normales. Ce n'est donc pas à l'état de dissolution que ces éléments disparaissent de la cavité séreuse.

» L'étude des modifications du sang de l'animal transfusé, faite en te-

nant compte des variations dans le nombre des éléments et dans le pouvoir colorant du sang, fournit les renseignements suivants :

» *a*. Lorsque la transfusion péritonéale est pratiquée avec le propre sang de l'animal, elle est suivie d'une anémie passagère.

» *b*. Lorsqu'on pratique à un animal à la fois une transfusion avec du sang pris sur un animal de la même espèce et une saignée équivalente au sang injecté, cette double opération détermine également une anémie passagère, suivie d'un relèvement assez prompt.

» *c*. Dans le cas où la transfusion péritonéale est effectuée avec le sang d'un autre animal sans que le transfusé soit saigné, on suscite ainsi une pléthore plus ou moins accentuée.

» Ces résultats indiquent déjà que le sang est absorbé en nature et qu'il vient accroître assez rapidement la richesse du sang du transfusé. Cependant ils n'ont pas la valeur d'une preuve directe.

» III. Dans le but d'acquérir cette preuve, j'eus l'idée d'utiliser le sang du chevreau, dont les hématies sont très petites et par suite très différentes de celles du chien. En effet, les globules rouges du chevreau ont un diamètre moyen d'environ $3^{\mu},5$, celles du chien d'environ $7^{\mu}$. Je pensais que, en injectant dans le péritoine d'un chien du sang de chevreau, il serait facile de reconnaître dans le sang du chien ces petites hématies étrangères, si réellement celles-ci étaient absorbées en nature. Ce procédé me conduisit à des résultats négatifs, mais je fis cette remarque importante, que les globules rouges du chevreau sont détruits presque immédiatement lorsqu'ils sont plongés dans du sérum de sang de chien. Aussi mes animaux transfusés avaient-ils, après l'opération, un sérum fortement coloré par de l'hémoglobine dissoute. Cet échec ne me rebuta pas, et, après avoir constaté que les globules rouges du sang de chien ne se détruisent, au contraire, que très lentement dans le sérum du sang de chevreau, il me suffit de faire l'expérience inverse pour trouver un procédé qui donne la preuve cherchée et permet, en outre, de déterminer les voies par lesquelles se fait l'absorption du sang.

» Je fis donc des injections intrapéritonéales de sang de chien sur le chevreau et, toutes les fois qu'il ne survint pas de péritonite, je reconnus, quelques heures après l'opération, la présence de nombreuses hématies de chien dans le sang de la circulation générale du chevreau.

» Dans une expérience faite dans de bonnes conditions à Alfort, avec l'obligeant concours de M. Barrier, professeur d'Anatomie à l'École vétérinaire, le chevreau fut sacrifié, par section du bulbe, trente heures environ

après la transfusion, au moment où le sang de l'oreille renfermait une assez forte proportion de globules rouges de chien.

» Il fut alors facile de reconnaître à la fois dans la lymphe du canal thoracique et dans les vaisseaux sanguins du péritoine de nombreux globules rouges de chien. Les ganglions lymphatiques placés sur le trajet des lymphatiques qui partaient de la séreuse abdominale étaient remplis et gonflés de sang de chien; ils arrêtaient probablement au passage une certaine quantité d'hématies étrangères, mais le contenu du canal thoracique montrait clairement qu'ils étaient loin de former une barrière infranchissable.

» Les globules rouges du sang injecté s'étaient insinués entre tous les éléments de la séreuse, et quelques-uns, entiers ou fragmentés, avaient pénétré dans une partie des cellules migratrices et fixes du tissu conjonctif. Les vaisseaux sanguins du péritoine en contenaient en abondance; il serait cependant prématuré d'en conclure qu'ils avaient pris une certaine part à leur absorption, car il existait des globules de chien dans tous les vaisseaux du corps du chevreau.

» Je me propose de faire plus tard sur ce point spécial des expériences complémentaires.

» On peut affirmer pour le moment: 1° que le sang injecté dans le péritoine est absorbé en nature et qu'il passe avec ses éléments anatomiques dans la circulation générale; 2° que les voies lymphatiques jouent un rôle important dans cette absorption sans qu'on puisse dire qu'elles constituent la seule porte d'entrée des hématies dans le système sanguin.

» La transfusion péritonéale équivaut donc à une transfusion intravasculaire faite avec une extrême lenteur. »

M. Richet croit utile de faire suivre la présentation de cette Note intéressante des quelques remarques suivantes :

« Cette transfusion péritonéale n'est, en somme, qu'une injection de sang dans le péritoine. Or, chez l'homme, les chirurgiens ont eu bien souvent l'occasion d'observer et de suivre la marche de ces épanchements traumatiques et ils ont vu : 1° qu'ils mettent un temps souvent très long avant de disparaître, c'est-à-dire avant de se résorber, quand ils se résorbent; 2° qu'ils sont loin d'être toujours innocents. On ne saurait donc trop apporter de réserve dans l'application de ce procédé de la transfusion péritonéale à l'homme. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Du mécanisme médullaire des paralysies d'origine cérébrale.* Note de M. **Couty**, présentée par M. Vulpian.

« J'ai cherché à prouver, dans diverses Communications précédentes, que les excitations ou les lésions du cerveau agissent sur les muscles par l'intermédiaire du seul organe nerveux, directement moteur, la moelle, comme aussi j'ai essayé de démontrer que les paralysies d'origine corticale ou sous-corticale coïncident avec un trouble des diverses fonctions spinales, toniques ou réflexes; mais je n'avais pas fourni de moyens simples de constater et même de mesurer ce trouble produit dans un côté de la moelle par une lésion cérébrale du côté opposé.

» Des expériences plus récentes me permettent de combler cette lacune. Après avoir constaté que la comparaison des excitations de la peau ne permettait pas de mesurer, d'une façon précise, les variations du fonctionnement réflexe de la moelle, j'ai employé pour cette recherche l'électrisation graduée du bout central des nerfs centripètes, et spécialement du sciatique et du médian, en notant avec le chariot de du Bois-Reymond le courant minimum nécessaire pour produire un mouvement local, et le courant plus fort capable de déterminer des signes de douleur. M'étant convaincu de la valeur des résultats fournis par cette méthode d'examen, je l'ai appliquée à l'étude des troubles moteurs d'origine cérébrale, en comparant les nerfs des membres des deux côtés.

» Voici ce que j'ai vu sur des chiens, quand j'ai eu la précaution indispensable de choisir des animaux nettement paralysés d'un seul côté, par une lésion superficielle ou profonde du cerveau, faite plusieurs jours auparavant.

» Je mettais à nu les deux nerfs sciatiques ou les deux nerfs médians; j'électrisais leurs bouts centraux en notant avec soin les minima. J'ai toujours constaté que l'excito-motricité de ces nerfs périphériques était diminuée du côté opposé à la lésion cérébrale, et j'en ai conclu que les fonctions de la moelle de ce côté étaient devenues moins actives. Ainsi, si une dilacération ou une cautérisation a été faite dans la région du gyrus de l'hémisphère droit, il faudra appliquer le courant 42 ou 40 sur le sciatique gauche, et le courant 54 sur le sciatique droit pour déterminer une contraction du membre correspondant; la différence des 14 divisions du chariot représente exactement la diminution d'activité du côté gauche de la moelle. De même, le courant 60 sera suffisant pour exciter le bout central du médian du côté droit, et le courant 44 nécessaire pour le mé-

dian du côté gauche : la différence pour les membres antérieurs est donc encore plus grande que pour les membres postérieurs.

» Cet affaiblissement fonctionnel du côté de la moelle opposé à la lésion cérébrale est aussi indiqué par la moindre amplitude des mouvements; en employant sur le chien précédent le même courant, 40 ou 38 par exemple, sur les nerfs des deux côtés, on produira à droite de grandes contractions du membre, et même l'animal poussera des cris répétés, tandis qu'à gauche la patte sera à peine remuée.

» Tous les physiologistes étant d'accord pour admettre que les contractions localisées consécutives aux excitations d'un nerf centripète se font par l'intermédiaire de la moelle, leur moindre facilité du côté opposé à la lésion cérébrale est donc la preuve directe que cette lésion a agi à distance sur cette partie de l'organe spinal pour troubler plus ou moins son fonctionnement.

» Du reste, pour mieux montrer l'analogie des diverses espèces de paralysies que l'on a jusque-là distinguées, j'ai fait des piqûres de la moelle à travers des perforations vertébrales et j'ai étudié les cas où un membre postérieur était paralysé par myélite unilatérale. Dans ces expériences comme dans celles de lésions du cerveau, j'ai pu constater que la paralysie s'accompagnait d'une diminution d'excito-motricité du nerf correspondant. Le bout central du sciatique du membre paralysé devait être excité par des courants plus forts pour déterminer des réflexes, comme aussi ses mouvements étaient moins amples que ceux du côté sain.

» J'ai conclu de tous ces faits que la paralysie produite par une lésion cérébrale était bien une paralysie médullaire, malgré son origine apparente; et, me réservant de faire bientôt l'étude des cas complexes, comme les contractures et les hyperesthésies, je crois pouvoir affirmer déjà que les lésions du cerveau agissent à distance sur le côté opposé de la moelle pour y déterminer un état de paralysie fonctionnelle analogue à celui que produirait une lésion directe. Le cerveau n'est donc pas directement moteur, et son influence sur les muscles s'exerce par l'intermédiaire du bulbe et de la moelle. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur un fœtus de Gorille.* Note de M. J. **Deniker**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Ayant eu la bonne fortune de me procurer un fœtus de Gorille rapporté du Gabon, et sachant que c'était pour la première fois que l'occasion

se présentait d'examiner ce singe anthropoïde à l'état embryonnaire, je me suis attaché à en faire l'anatomie complète. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats de mes investigations.

» En ce qui concerne les autres singes anthropoïdes, les travaux relatifs à leur développement se réduisent à un court Mémoire de M. Trinchese [1] sur le fœtus de l'Orang-outang, ne contenant que la description des caractères extérieurs, à des mentions des fœtus d'Orang par Darwin [2] et de Gibbon par Gratiolet [3].

» Les descriptions des Gorilles les plus jeunes, faites par Is. Geoffroy Saint-Hilaire, Duvernoy, Bischoff, Virchow, Hartmann, Török, Ehlers, etc., se rapportent toutes à des sujets qui avaient déjà leur dentition de lait presque achevée. On ne connaît donc rien, ni sur les Gorilles très jeunes, ni sur les stades embryonnaires de ces anthropoïdes.

» Après avoir fait le moulage et la photographie de mon animal, exécuté des dessins et pris des mesures, j'ai commencé la dissection, qui a été facilitée par le bon état de conservation. Je communiquerai aujourd'hui à l'Académie les observations concernant les caractères extérieurs du fœtus.

» D'après les dimensions et le poids, d'après l'état de développement des poils, des ongles, de la membrane pupillaire, des sacs dentaires; d'après la forme des organes génitaux, l'aspect du cerveau, le volume du thymus et du foie, et d'après un certain nombre d'autres caractères, je suis porté à croire que ce fœtus est à un stade de développement correspondant à celui du fœtus humain du cinquième mois. Il est du sexe femelle; ses organes génitaux externes sont déjà bien différenciés.

» L'attitude du fœtus, quand il arriva entre mes mains, m'a semblé être la même que celle qu'il devait avoir dans l'utérus. Comme le cordon ombilical avait été coupé très près de l'abdomen, les membres avaient dû être écartés; néanmoins, j'ai pu constater que la position était à peu près celle d'un fœtus humain.

» La tête est recourbée et touche la poitrine; les bras sont appuyés contre le thorax, les avant-bras sont fléchis sur les bras, la main gauche recouvre la partie inférieure du visage, et la main droite, passant en avant,

---

(1) Trinchese, *Descrizione di un feto di Orang-utan* (*Annali del Museo civico di Genova*, t. I. Gênes, 1870).

(2) Darwin, *La descendance de l'homme*, 3e édition française, p. 14. Paris, 1881.

(3) Gratiolet, *Mémoire sur les plis cérébraux de l'homme et des primates*, in-4°, p. 38. Paris, 1854.

masque l'ombilic. Les cuisses sont fléchies sur l'abdomen, les jambes sont repliées contre les cuisses, et les pieds, en légère flexion, touchent le périnée; la plante des pieds est tournée en dedans et en bas; les deux dernières phalanges des doigts et toutes les phalanges des orteils sont infléchies.

» La longueur totale du fœtus, en extension maximum, est de $196^{mm}$; son poids, après un séjour de quatre mois dans l'alcool, est de $310^{gr}$. Le milieu du corps se trouve à $11^{mm}$ au-dessus de l'ombilic.

» La tête est grande et arrondie; son indice céphalique est de 86,2; celui du crâne est de 84,7, supérieur à tous ceux qui ont été indiqués pour les jeunes Gorilles par Virchow, Bischoff, Török et autres. Les fontanelles sont assez grandes et ont la même forme que chez le fœtus humain. Les muscles temporaux sont encore peu développés et très éloignés de la suture sagittale. Le front est bombé; l'occiput ne proémine pas en arrière, et son contour se continue presque en ligne droite avec celui du cou.

» Les fentes palpébrales sont un peu obliques, les paupières sont fermées et collées; en les ouvrant, on aperçoit la membrane pupillaire non perforée. Le nez présente déjà la forme si caractéristique propre au Gorille; la distance de son extrémité inférieure à la lèvre est à peine de $3^{mm}$. La forme, la disposition et surtout les dimensions des oreilles offrent tous les caractères qu'on observe chez le Gorille adulte. Les lèvres sont assez épaisses, la bouche est largement fendue, le menton fuyant.

» Le cou est très court, mais on peut le distinguer encore au-dessus des épaules, qui sont très larges. Les mamelles sont indiquées par deux petits mamelons entourés d'un espace glabre, sorte d'aréole. Le tronc est cylindrique, l'abdomen n'est pas très gros et les fesses sont aplaties.

» Le membre antérieur ou thoracique rappelle plutôt la forme humaine. La main surtout diffère de celle du Gorille adulte par la longueur plus grande des doigts et par la largeur de la face palmaire.

» Le membre inférieur ou abdominal présente plutôt la disposition et la forme propre au Gorille adulte. La jambe est cylindrique, sans la saillie du mollet, si évidente sur le fœtus humain; elle est tellement fléchie sur la cuisse qu'il faut un effort considérable pour lui donner la position à angle droit.

» Le membre supérieur est plus long que le membre inférieur; quant à la proportion des différents segments de ces deux membres, elle sera établie ultérieurement par les mesures sur le squelette, qui présentent plus de garanties d'exactitude.

» Les ongles des doigts et des orteils sont contenus encore dans les follicules et leurs bords terminaux ne sont pas libres.

» Le front, le vertex, le pourtour des lèvres et des organes génitaux sont couverts de poils longs de 3mm à 6mm. Tout le reste du corps est glabre ou couvert de poils follets ne dépassant pas 1mm. Les poils des cils et des sourcils sont les plus longs et les plus raides. La direction des poils sur la tête est à peu près la même que chez le fœtus humain; sur le bras et l'avant-bras, au contraire, ils ont la disposition caractéristique du Gorille adulte.

» La couleur de la peau a dû naturellement changer, par suite du séjour dans l'alcool. Tel que je l'ai reçu, le fœtus avait la peau de couleur café au lait; le visage, l'abdomen, la plante des pieds et la paume des mains étaient d'une teinte plus claire que le reste du corps [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'Anatomie de la* Peachia hastata. Note de M. **Faurot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'Actiniaire découvert par Gosse (1855) et nommé par lui *Peachia hastata* n'est connu que dans ses caractères extérieurs.

» Jusqu'à présent, toute observation exacte de son organisation interne avait été impossible, par suite des déchirures qui se produisent dans les replis mésentéroïdes. L'insensibilité produite par une eau chargée d'acide carbonique facilite l'action meurtrière de l'acide chromique en évitant les contractions et déchirures. Voici quelle est, succinctement, son organisation interne, qui s'écarte notablement de celle de tous les Zoanthaires connus et, entre autres, du Cérianthe, qui jusqu'à présent offrait la structure la plus exceptionnelle et la plus éloignée de la symétrie radiaire.

» Douze replis mésentéroïdes perforés au niveau de l'œsophage. Deux de ces replis, voisins l'un de l'autre, au lieu de se détacher du bord inférieur de l'œsophage et de flotter librement dans la cavité générale, s'accolent à un organe en forme de gouttière dont les deux bords sont rapprochés. Cette gouttière commence sur un des côtés du péristome, se montrant à l'extérieur sous forme d'une lèvre papilliforme, et se termine dans la cavité générale, à peu de distance d'un orifice analogue à celui du Cérianthe, que présente l'animal à son extrémité inférieure. Huit cordons musculaires longitudinaux font saillie sur la paroi interne. Ces huit cordons sont

---

[1] Mes recherches se poursuivent au Laboratoire de Zoologie expérimentale de M. le professeur de Lacaze-Duthiers.

disposés par paires, de telle sorte que quatre chambres seulement sur douze en sont pourvues. Ces quatre chambres sont situées asymétriquement, deux étant situées de chaque côté de l'organe décrit plus haut, les deux autres se faisant vis-à-vis sur un axe perpendiculaire à celui qui passerait par la lèvre papilliforme et l'orifice inférieur ([1]). »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la structure des otocystes de l'*Arenicola Grubii *Clap.* ([2]). Note de M. **Et. Jourdan**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« La présence d'un organe auditif chez quelques Annélides est un fait bien connu des zoologistes : M. de Quatrefages et Claparède ont même donné de cet appareil des figures et des descriptions exactes. Néanmoins, il nous semble que les recherches de ces naturalistes ont porté principalement sur la morphologie et sur les rapports des capsules auditives. Il n'existe, à notre connaissance du moins, sur le sujet qui nous occupe, aucun travail fait avec les méthodes histologiques actuelles, et ce que l'on sait sur la structure de ces organes nous semble avoir été plutôt déduit de la comparaison avec ce qui existe chez les Mollusques que de l'observation directe des faits. Les recherches qu'il nous a été possible de faire sur les petites Arénicoles des côtes de Marseille nous ont donné des résultats que nous croyons devoir faire connaître.

» En débitant en coupes le segment céphalique d'une *Arénicole*, préalablement fixé par l'injection d'une solution d'acide osmique à 0,50 pour 100, nous rencontrons sur certaines de nos coupes les capsules auditives, faciles à reconnaître à l'aide de leurs petits corpuscules calcaires.

» Les otocystes sont placés dans l'épaisseur des téguments, éloignés de l'hypoderme et plongés au milieu des faisceaux musculaires; ils sont fixés par l'enveloppe conjonctive des faisceaux musculaires, qui se prolonge sur eux et les entoure. Ils ne sont pas en contact immédiat avec les commissures œsophagiennes, mais simplement réunis à elles par plusieurs nerfs. Ils sont placés du côté de la face dorsale.

» Les commissures elles-mêmes et le cerveau offrent des particularités de structure sur lesquelles nous ne nous arrêterons pas maintenant; nous ferons remarquer seulement que les fibres nerveuses qui les constituent

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. de Lacaze-Duthiers, à Roscoff.

([2]) Laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

sont très fines, striées longitudinalement. Les cellules nerveuses existent sur toute la longueur de la commissure : quelques-unes d'entre elles sont situées dans son épaisseur; d'autres, beaucoup plus nombreuses, existent entre la commissure et l'hypoderme et mettent souvent ces deux parties en connexion intime.

» Les otocystes présentent une forme sphérique, ainsi que le démontrent nos coupes, toujours parfaitement circulaires. Le diamètre de la cavité de l'otocyste mesure $\frac{14}{100}$ de millimètre, et le diamètre de la sphère constituée par sa capsule externe est égal à $\frac{22}{100}$ de millimètre. La différence entre ces deux chiffres indique l'épaisseur des parois de la capsule auditive. Ces parois sont constituées par une couche de cellules fusiformes, par un réseau de fibrilles disposées en plexus serré et enfin par une coque conjonctive. Les cellules forment la plus grande partie de l'épaisseur de la capsule; elles sont très minces, en fuseau, légèrement renflées vers le milieu de leur hauteur, au point où est situé le noyau; elles augmentent également d'épaisseur vers leur extrémité interne, où elles sont surmontées d'un plateau épais. Les plateaux de toutes ces cellules se soudent intimement entre eux et constituent ainsi une cuticule qui, sur les coupes, se détache souvent des cellules qui lui ont donné naissance. Il nous a été impossible de voir nettement une couche de cils vibratiles : c'est à peine si, sur les pièces les mieux fixées par un séjour prolongé dans l'acide osmique, nous avons pu en distinguer quelque indication. Les cellules s'effilent à leur base et se courbent en même temps dans différentes directions. Tous ces prolongements basilaires s'anastomosent et forment ainsi un réseau très délicat de fibrilles qui, par leur réunion, constituent à la base de la couche épithéliale une véritable petite zone intermédiaire entre les fibres nerveuses et les pieds des cellules; on y distingue quelques rares noyaux. Ce plexus repose lui-même sur la coque conjonctive formée par une membrane mince et dense, présentant des perforations à travers lesquelles le plexus basilaire se met en rapport avec les fibres nerveuses.

» Les otolithes sont toujours sphériques; le nombre et les dimensions de ces corpuscules sont sujets aux plus grandes variations. »

ZOOLOGIE. — *Sur les muscles de l'abdomen de l'Abeille.* Note de M. G. Carlet, présentée par M. Paul Bert.

« Les muscles de l'abdomen des Hyménoptères ont été, jusqu'à présent, étudiés d'une façon incomplète; cependant la myologie de cette région est

plus complexe chez ces Insectes que chez les autres et peut servir de type.

» Nous diviserons les muscles de l'abdomen de l'Abeille en trois régions (*dorsale, latérale, ventrale*). Nous donnerons à ces organes des noms tirés de leur situation ou de leur direction et, pour faciliter l'indication de leurs insertions, nous distinguerons, dans l'arceau dorsal : 1° le *tergite* (médian); 2° l'*épitergite* (latéral); dans l'arceau ventral : 1° le *sternite* (médian); l'*épisternite* (latéral).

» *a. Région dorsale.* — Outre les *muscles aliformes* déjà connus, elle comprend : des *dorsaux internes* allant d'un tergite à l'autre et obliques en dedans; des *dorsaux externes* allant d'un épitergite à l'autre et obliques en dehors. Ces deux sortes de muscles rapprochent les arceaux dorsaux les uns des autres et sont expirateurs.

» *b. Région latérale.* — Elle se compose des muscles *obliques externes, obliques internes* et *transverses*. Les *obliques externes* vont du bord antérieur d'un épitergite au milieu du côté de l'épisternite correspondant. Les *obliques internes* passent sous les précédents qu'ils croisent en sautoir et vont du bord antérieur d'un épitergite au quart supérieur du côté de l'épisternite de l'anneau précédent. Ces deux sortes de muscles obliques forment avec les dorsaux externes un triangle, au milieu duquel se trouve le stigmate, sur chaque anneau de l'abdomen; ils font rentrer les arceaux ventraux dans les dorsaux et sont expirateurs. Les *transverses* sont étendus, comme des sangles transversales, de l'angle antérieur des épitergites aux crochets latéraux des épisternites correspondants; ils sont ainsi compris entre les deux arceaux d'un même anneau, qu'ils éloignent l'un de l'autre et sont, par suite, inspirateurs.

» *c. Région ventrale.* — Elle comprend les muscles *ventraux internes, ventraux externes* et *interventraux*. Les *ventraux internes* et les *ventraux externes* figurent assez bien la lettre M entre les bords antérieurs de deux sternites consécutifs; ils rapprochent ainsi les sternites les uns des autres et sont expirateurs. Les *interventraux* sont situés entre les faces opposées de deux arceaux ventraux consécutifs, à l'endroit où ils chevauchent l'un sur l'autre: ils vont de l'angle antérieur d'un épisternite à la face postérieure du sternite précédent, en affectant la direction des ventraux internes. Ils écartent les arceaux ventraux les uns des autres et sont inspirateurs.

» Il résulte de ce qui précède que, à l'exception des muscles aliformes qui servent à la circulation, tous les muscles de l'abdomen (plus nombreux qu'on ne le supposait) servent à la respiration et, par conséquent, à la calorification qui, comme on le sait, joue un grand rôle chez l'Abeille. On voit aussi que le mécanisme de la respiration est plus compliqué qu'on ne le croyait, car, en même temps qu'il y a raccourcissement ou allongement de l'abdomen, il y a rapprochement ou écartement des faces dorsale et ventrale de cette région; autrement dit, l'abdomen se dilate ou se resserre suivant ses trois diamètres, pour l'entrée ou la sortie de l'air par les stigmates. »

MINÉRALOGIE. — *Gisement d'or à Peñaflor, en Andalousie.* Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. Daubrée.

« Entre Cordoue et Séville, sur la rive droite du Guadalquivir, une série de mamelons, premières ramifications de la sierra Morena, se profilent en cimes arrondies; à leur base apparaissent une série d'épanchements de roches pyroxéniques et amphiboliques, associées à des roches feldspathiques, épanchements déjà figurés dans la Carte géologique d'Espagne de MM. de Verneuil et Collomb et F. de Botella.

» Ces roches sont intercalées dans des roches métamorphiques, et des dépôts métallifères complexes se trouvent dans les cassures des unes et des autres.

» Il existe à Peñaflor un petit filon où l'or natif se trouve associé à des silicates décomposés, à des argiles vertes et brunes, ainsi qu'à de la terre végétale.

» La poudre d'or natif, provenant du lavage des terres aurifères, est généralement très ténue, mais entièrement cristalline; on y distingue des lamelles ou des cristaux très allongés, filiformes; sur quelques échantillons plus grands, on voit très bien des cristaux dodécaédriques alignés dans une direction. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur certains changements observés à Nice dans l'aspect du ciel.* Note de M. **L. Thollon**, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« Depuis l'époque où se sont produits, en Europe, les phénomènes crépusculaires qui, dans les derniers mois de l'année 1883, ont si vivement excité l'attention publique, nous avons, M. Perrotin et moi, constaté que le ciel de Nice semble avoir beaucoup perdu de sa transparence ordinaire.

» Nous avons l'habitude, chaque jour de beau temps, d'examiner le ciel dans le voisinage du Soleil. Pour cela, nous nous plaçons sur le bord de l'ombre projetée par l'un des bâtiments de l'Observatoire. En nous abritant ainsi derrière cet écran des radiations directes, nous avons toujours vu, les années précédentes, pendant les belles journées si fréquentes à Nice, le bleu du ciel, comparable ici par sa teinte foncée à celui qu'on

observe dans les grandes altitudes, persister jusqu'aux bords mêmes du disque solaire. Si l'on se plaçait de manière que le disque fût à peu près tangent au bord de l'écran tout en restant invisible, aucune illumination plus vive n'indiquait où se trouvait le point de tangence.

» Il n'en est plus de même aujourd'hui. Depuis le mois de novembre et par les plus belles journées, nous voyons constamment autour du Soleil une nappe circulaire de lumière blanche presque éblouissante, très légèrement teintée en rouge à l'extérieur, en bleu à l'intérieur. C'est une sorte de couronne mal définie dont le rayon nous paraît avoir une quinzaine de degrés.

» Il serait intéressant de vérifier si le fait bien constaté au mont Gros est général et peut être considéré comme se rattachant aux récents phénomènes crépusculaires. C'est pourquoi nous avons cru devoir le signaler à l'Académie, et par là-même à l'attention des observateurs. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les lueurs crépusculaires observées à San Salvador (Amérique centrale).* Note de M. DE MONTESSUS. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Cornu.)

« San Salvador, 9 février 1884.

» Le grand nombre de Notes diverses que je vois insérées dans les *Comptes rendus*, comme les fréquentes communications aux journaux scientifiques, tant français qu'étrangers, m'ont fait penser que vous ne recevriez pas sans quelque intérêt les quelques détails suivants, sur les phénomènes que présentent les levers et les couchers de soleil au centre de l'Amérique, depuis les derniers jours de novembre.

» Environ une demi-heure après le coucher du Soleil et une heure avant son lever, l'horizon s'éclaire progressivement d'une magnifique teinte rouge cuivré, très constante de coloration, très intense, et qui dure moyennement de vingt à vingt-cinq minutes.

» Le phénomène ne se produit que si le ciel est absolument dépourvu de nuages. Dès qu'il y a quelques stratus à l'horizon, il ne se produit pour ainsi dire pas, du moins le soir; car, au contraire, le matin, sa production est compatible avec l'existence des quelques-unes de ces bandes et surtout de cirrhus élevés.

» L'illumination s'étend horizontalement d'au moins 70° à droite et à gauche du plan vertical du Soleil et atteint presque le zénith; par consé-

quent, presque la moitié de la demi-sphère est envahie par cette splendide lueur rouge. La Lune, quand les circonstances s'y prêtent, c'est-à-dire quand sa hauteur au-dessus de l'horizon ne dépasse pas 15°, est colorée d'un magnifique vert émeraude, et l'on ne peut rien au monde supposer de plus beau que de la voir à l'époque de la lumière cendrée, quand tout son disque ressort vert pâle et son fin croissant inférieur vert foncé, le tout au milieu d'un immense rideau cramoisi. Vénus seule a assez de force pour percer le météore et ressort aussi en vert; quant aux autres étoiles, même celles de 1re grandeur, elles sont complètement effacées, et celles d'une hauteur suffisante, comme aussi la petite comète actuelle, tout ressort en vert, bien nettement caractérisé.

» Le phénomène atteint très rapidement toute son intensité, trois à quatre minutes seulement, et disparaît tout aussi vite, après avoir duré environ vingt-cinq minutes.

» La première apparition a eu lieu fin novembre. Malheureusement je n'ai pas noté les dates correspondantes. C'est une affaire de deux ou trois apparitions non notées. Voici la liste complète des suivantes : 30 novembre; 1er, 2 décembre; 3, 4, 7, 17, 18, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 janvier; 4, 6 et 7 février. Hier le ciel couvert ne l'a laissé entrevoir que quelques minutes.

» On écrit de Panama que le spectacle a été splendide le 9 janvier. Quelques vieillards du pays disent avoir déjà vu ces lueurs, mais ne peuvent préciser l'époque.

» L'aiguille aimantée est muette.

» Quant aux instruments de l'observatoire météorologique, que j'ai fini par obtenir, ils n'indiquent rien, absolument rien d'anormal.

» Le centre de la lueur est exactement dans le plan vertical du Soleil, autant qu'on en peut juger dans un phénomène d'une telle intensité et d'une aussi grande étendue. La lumière zodiacale est, comme bien vous pensez, absolument annihilée.

» S'il faut observer quelque chose à ce sujet, disposez de moi, je ferai tout le possible.

» Dans quelques mois, je vous enverrai le résultat de mes observations séismiques. Je les crois relativement importantes pour la question, au centre de l'Amérique tout au moins. »

M. E. Vial adresse une Note relative à l'emploi de l'acétate d'ammoniaque comme spécifique contre la rage.

(Renvoi à l'examen de M. Pasteur.)

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 24 mars 1884.

*L'expédition du* Talisman *faite dans l'océan Atlantique; par* M. A. Milne-Edwards. Paris, Gauthier-Villars, 1884; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin hebdomadaire de l'Association scientifique.*)

*Traité élémentaire de Pathologie générale; par* H. Hallopeau. Paris, J.-B. Baillière, 1884; in-8°. (Présenté par M. Vulpian, pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1884.)

*Botanique et plantes médicinales; par* A. Bossu; 4e édition. Paris, Blond et Barral, 1884; in-12. (Présenté par M. Chatin.)

*Des progrès récents réalisés dans la construction des lignes télégraphiques et téléphoniques; par* H. Vivarez. Paris, J. Michelet, 1884; br. in-8°.

*Du maintien d'un corps dans l'espace au moyen d'une force motrice; par* P. Mayor. Lausanne, imp. G. Bridel, 1884; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

*Le monde physique; par* A. Guillemin, t. IV. *La Chaleur,* 21e série. Paris, Hachette et Cie, 1883; gr. in-8° illustré.

*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg;* VIIe série, t. XXXII, n° 2. Saint-Pétersbourg, 1884; in-4°.

*Note sur un nouveau mode de classification et de notation graphique des dépôts géologiques; par* E. Van den Broeck. Bruxelles, F. Hayez, 1883; in-8°. (Extrait du *Bulletin du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.*)

*On the skull and dentition of a triasic mammal* (Tritylodon longævus, *Owen*) *from South Africa; by* sir Richard Owen. London, 1884; in-8°. (From the *Quarterly Journal of the geological Society.*) (Présenté par M. A. Gaudry.)

*Actos de la Academia nacional de Ciencias en Cordoba*, t. V. Entrega prima. Buenos-Aires, 1884; gr. in-4°.

*Transactions of the zoological Society of London*; vol. XI, Part 9. London, 1883; in-4°.

*Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year* 1883; Part III. London, 1883; in-8°.

*List of the vertebrated animals now or lately living in the gardens of the zoological Society of London*; eighth edition, 1883. London, 1884; in-8° relié.

*Index catalogue of the library of the Surgeon-general's office, United States army: Authors and subjects*, vol. IV, E.-Fizes. Washington, government printing Office, 1883; in-4° relié. (Présenté par M. le baron Larrey.)

*Catalogue of 6415 stars, for the epoch 1870, deduced from observations made at the Glascow University Observatory during the years* 1860 *to* 1881; *by* Robert Grant. Glascow, James Maclehose and Sons, 1883; in-4° relié.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 3 mars 1884.)

Page 556, ligne 11, *au lieu de* point, *lisez* pont.

// COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

## SÉANCE DU LUNDI 31 MARS 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Faye, en présentant, au nom du Bureau des Longitudes, le troisième Volume de ses *Annales*, s'exprime ainsi :

« Ce Volume contient, comme les deux premiers, les travaux exécutés par les officiers de la Marine attachés à l'Observatoire astronomique d'exercice que le Bureau des Longitudes a fondé au parc de Montsouris, avec l'autorisation de la ville de Paris, et dont il a confié la haute direction, pour la Section navale, à deux de ses Membres, M. l'Amiral Mouchez et M. Lœwy.

» Je rappelle à l'Académie que le but de cette création est d'initier quelques officiers de l'armée navale et les géographes aux observations précises qu'on peut faire en voyage à l'aide d'instruments portatifs. Une cinquantaine de jeunes officiers et autant de voyageurs ou d'hommes de science ont déjà passé par cet établissement.

» Nous étions loin de nous douter au début, il y a une dizaine d'années, qu'en développant les aptitudes et le goût des observations exactes chez de jeunes officiers, nous trouverions si tôt en eux de précieux collaborateurs.

C'est pourtant ce qui est arrivé, grâce au zèle et à l'excellente instruction première qui les distingue. L'Académie en a largement profité, car c'est dans ce personnel qu'elle a recruté la plupart des observateurs du dernier passage de Vénus. Quant au Bureau des Longitudes, l'utile collaboration de nos officiers est attestée par ce Volume même, que nous devons entièrement à leurs travaux.

» Ainsi nous avions besoin, pour améliorer nos éphémérides de la *Connaissance des Temps*, de posséder un Catalogue très exact des étoiles dites *de culmination lunaire*. Il nous a suffi de diriger dans ce sens les observations méridiennes faites à Montsouris. Voici maintenant la série entière des observations réduites à une même époque; nous publions ce Catalogue avec la plus entière confiance. Ces observations, et celles qui avaient pour but de déterminer les erreurs des Tables de la Lune, sont dues à MM. Le Clerc, Trépied, de Bernardières, Cornut-Gentile, Aubert, Winter, Schlumberger, Minier, Rollin, Chevalier, Fortin, Rozet, Picard, François, tous officiers de la Marine de l'État, sauf M. Trépied qui a passé de l'Observatoire du Bureau des Longitudes à la direction de l'Observatoire d'Alger.

» De même nous avons eu recours à cette collaboration pour déterminer, à l'aide d'observations astronomiques d'une haute précision et des signaux télégraphiques, les longitudes de Berlin, de Bonn, de Besançon et de Bordeaux. Le succès complet de ces déterminations délicates nous a engagés à mettre à profit les deux missions que l'Académie a envoyées l'an passé dans l'Amérique du Sud pour fixer définitivement les longitudes des points les plus importants de ce continent. Nous en avons chargé MM. Fleuriais, Beuf [1] et de Bernardières, pour la jonction de Buenos-Ayres à Valparaiso à travers le continent américain, et MM. de Bernardières, Barnaud et Favereau pour les longitudes de la côte occidentale de l'Amérique depuis Valparaiso jusqu'à Lima et de Lima à Panama, de manière à rejoindre là le réseau des longitudes obtenues, par les astronomes des États-Unis, entre cette région et l'Europe. Les résultats définitifs seront présentés à l'Académie dans une prochaine séance.

» M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu accorder au Bureau des Longitudes les crédits nécessaires à cette longue opération. Il a de plus conféré, sur notre demande, les palmes d'officier de l'Instruction

[1] M. Beuf était alors directeur de l'École navale de la République argentine. Cet officier supérieur, bien connu par ses travaux dans notre Marine, a bien voulu coopérer à notre entreprise.

publique aux chefs des grandes administrations télégraphiques qui ont prêté à nos jeunes officiers le concours le plus empressé.

» L'étude du magnétisme terrestre, à laquelle les marins français ont pris autrefois une part si glorieuse, ne pouvait être négligée dans le programme de ces travaux. Les instructions nécessaires ont été données par deux savants dont l'Académie connaît la compétence, MM. Marié-Davy et Mascart. Les instruments portatifs, car il s'agit toujours chez nous d'expéditions et de voyages, sont comparés avec le plus grand soin aux appareils à poste fixe des observatoires météorologiques de Montsouris et de Saint-Maur. Ainsi préparés, nos jeunes collaborateurs se sont mis à l'œuvre. Ce Volume contient les mesures des trois éléments du magnétisme terrestre exécutées par MM. de Bernardières, Barnaud et Favereau en quarante points bien choisis du continent sud-américain. Je signale aux officiers et aux voyageurs désireux de suivre ces nobles exemples le Mémoire que M. de Bernardières nous a adressé. C'est un véritable traité sur les instruments magnétiques portatifs et sur les méthodes qu'il convient d'employer en voyage.

» Qu'il nous soit permis de remercier ici M. l'Amiral Cloué d'une manière toute particulière. Pendant son Ministère il a bien voulu accorder l'appui le plus efficace à toutes les entreprises dont je viens de mettre les résultats sous les yeux de l'Académie. »

ASTRONOMIE. — *Sur la répartition des comètes en directes et rétrogrades;* par M. FAYE.

« On dit généralement que les comètes sont indifféremment directes ou rétrogrades. D'après certaines idées que j'ai proposées sur l'origine de ces astres, afin de les rattacher au système solaire, cette égale répartition des comètes entre les deux sens opposés de mouvement ne pourrait avoir lieu que pour les orbites à très fortes inclinaisons, de 60° à 90° par exemple. Par contre, dans les comètes à faible inclinaison, de 0° à 20°, la prédominance des mouvements directs devrait être au contraire très marquée. Pour vérifier ces conclusions, j'ai eu recours au Catalogue des Comètes qui figure dans le Tome II de mon *Cours d'Astronomie de l'Ecole Polytechnique,* et voici le résultat :

» Pour les inclinaisons comprises entre 60° et 90°, le nombre des comètes directes est à très peu près le même que celui des comètes rétrogrades. Et même, suivant que l'on s'arrête à une date ou à une autre, le

premier nombre est tantôt un peu supérieur, tantôt un peu inférieur au second. A la fin de 1882, on a, sur 115 comètes de cette catégorie, 55 directes et 60 rétrogrades. Mais, pour les faibles inclinaisons, de 0° à 20° (1), il y a 36 comètes directes pour 14 comètes rétrogrades.

» Cette petite statistique est donc pleinement d'accord avec mes idées, ce qui m'encourage à les reproduire ici.

» Si la nébuleuse dans le sein de laquelle le système solaire a pris naissance avait été, à l'origine, sphérique, homogène et composée seulement de points matériels, d'abord immobiles, puis soumis uniquement à leurs attractions mutuelles, ces points seraient tombés lentement vers le centre et l'auraient atteint, tous au même instant. Le corps central ainsi formé subitement n'aurait aucun mouvement de rotation. Il en sera de même si l'on admet que ce milieu nébuleux n'a pas une constitution aussi idéale et qu'il est en partie gazeux, qu'il est résistant et qu'il s'y est formé çà et là des agglomérations partielles semblables à nos comètes. Sous l'influence de leurs attractions réciproques et d'autres causes d'ailleurs très faibles, ces corps ne tomberont plus en ligne droite vers le centre, mais décriront autour de ce point des ellipses allongées. En vertu de leurs chocs mutuels et des résistances du milieu, la plupart de ces corps se réuniront finalement en une masse centrale dépourvue de rotation. Seulement, les comètes qui auraient échappé à l'agglomération centrale seraient les unes directes, les autres rétrogrades, en pareil nombre, de manière à satisfaire encore à la loi des aires.

» Mais si la nébuleuse présentait à l'origine un très lent mouvement tourbillonnaire direct, auquel j'attribue la formation d'anneaux tournant dans le plan même de la gyration et, plus tard, de planètes circulant dans ce plan autour du centre, les orbites des amas cométaires échappés à la concentration finale en une masse centrale ou dans les anneaux ne seront plus partout indifféremment, ou en pareils nombres, directes ou rétrogrades. Cette égalité n'aura plus lieu que pour les comètes venant des régions peu ou point affectées par la gyration, c'est-à-dire celles dont les orbites sont fortement inclinées sur l'équateur du système (l'écliptique à très peu près). Près de ce plan, au contraire, les comètes devront porter des traces plus marquées de cette gyration : là, il devra y avoir plus de comètes directes que de rétrogrades. Quant au corps central, formé à la

(1) En ne comptant qu'une seule apparition pour chaque comète périodique observée à ses retours successifs.

longue par l'agglomération des matériaux de la nébuleuse, il aura une rotation directe comme celle des anneaux, tandis que les comètes qui auront échappé, grâce à des circonstances particulières, à l'absorption par le Soleil ou par les anneaux nébuleux, se partageront, sous le rapport du sens de leurs mouvements, en ces deux groupes distincts que je viens de signaler dans le *Catalogue des Comètes*.

» S'il était possible de suivre avec l'analyse les déformations que ces orbites cométaires ont dû subir, par la résistance croissante du milieu circumsolaire et surtout par le changement progressif de la loi d'attraction centrale $Ar + Br^{-2}$ (A et B étant des fonctions du temps), depuis l'époque où, B étant sensiblement nul, les orbites elliptiques étaient concentriques au système, jusqu'à celle où B a pris sa valeur actuelle avec $A = 0$, en sorte que les ellipses ont actuellement leur foyer au centre du système, on rendrait compte sans doute de bien des particularités qu'on rencontre dans ce monde des comètes.

» En voici une pour exemple. Elle consiste en ce que, sur les 364 comètes dont les orbites sont aujourd'hui connues, on n'en trouve que 7 dont la distance périhélie dépasse un peu 2, et pas une seule qui atteigne 2,2, bien que, assurément, des distances périhélies plus grandes ne les rendraient pas complètement invisibles pour nous.

» Je mets de côté l'étonnante comète du P. Sarabat, dont la distance périhélie est 4. On voit tout de suite, par la situation respective de la ligne des nœuds et du périhélie, que son orbite primitive a pu être profondément altérée par l'action de Jupiter; peut-être a-t-elle ainsi acquis cette distance périhélie tout à fait exceptionnelle. Il serait intéressant de soumettre l'orbite de cette comète à un nouvel examen. »

## ASTRONOMIE. — *Sur la figure de la tête de la comète Pons-Brooks.* Note de M. FAYE.

« D'après un calcul que M. Trépied, directeur de l'Observatoire d'Alger, a bien voulu me communiquer, le rayon vecteur du noyau, et, par suite, l'axe du calice d'émission normal étaient vus par l'observateur terrestre sous un angle de 84°,0 le 13 janvier, et de 83°,7 le 19. (*Voir*, à ce sujet, ma Note du 10 mars, *Comptes rendus*, n° 10.)

» Je fais remarquer, à cette occasion, que les apparences présentées par ce calice n'exigent pas que son axe ait été tourné juste vers l'observateur. L'angle au sommet du cône d'émersion qui forme le fond de ce calice devait

être fort obtus, à en juger par les dessins de cette comète à d'autres époques. Il suffisait que l'axe du calice fît un angle de 50° ou 55° avec le rayon visuel, pour que l'œil plongeât librement au fond, ce qui restreindrait à une trentaine de degrés l'écart angulaire entre l'axe du calice et le rayon vecteur. Cet écart serait tout à fait de l'ordre de grandeur de la demi-amplitude de l'oscillation constatée par Bessel pour l'aigrette (*lire* calice) de la comète de Halley, en 1835. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique des éléments gazeux, à de très hautes températures*; par MM. BERTHELOT et VIEILLE.

« Les physiciens ont établi par leurs expériences, faites entre 0° et 200°, la presque identité des dilatations, des compressibilités et des chaleurs spécifiques pour les principaux gaz simples, tels que l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, et ils ont étendu ces relations aux gaz composés formés sans condensation, tels que l'oxyde de carbone et l'acide chlorhydrique. Ces relations ont servi à établir la théorie cinétique des gaz. Elles constituent la seule base solide pour l'hypothèse d'Ampère et d'Avogadro, laquelle les explique en supposant que tous les gaz doivent renfermer, sous le même volume, le même nombre de molécules.

» Mais ces relations n'ont été établies jusqu'ici que pour des températures relativement basses, et l'on ignore ce qu'elles deviennent pour les températures voisines de 3000° ou 4000°, par exemple, où les énergies calorifiques modifient si profondément toutes les actions intramoléculaires, celles dont le caractère est physique, aussi bien que celles qui déterminent les phénomènes chimiques. Cependant de telles températures se produisent effectivement dans nos expériences, et l'étude des mélanges gazeux détonants fournit une méthode, la seule praticable jusqu'ici, qui permet d'aborder l'examen de ces problèmes fondamentaux.

» Nous nous proposons de tirer de nos nouvelles expériences les valeurs des chaleurs spécifiques des principaux gaz simples, ainsi que celles de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau, à de très hautes températures.

» Les données expérimentales auxquelles nous aurons recours sont tirées de la combustion du cyanogène par une dose d'oxygène capable de le changer en oxyde de carbone et azote. Rappelons que ces deux derniers gaz ont sensiblement la même chaleur spécifique, à toute température, d'après les expériences de MM. Mallard et Le Châtelier et celles de

M. Vieille, attendu que l'influence exercée par un même volume de l'un d'entre eux sur la pression d'un mélange tonnant est sensiblement la même (p. 548). Cette presque identité s'étend à l'oxygène et à l'hydrogène. Soit donc la demi-combustion du cyanogène ; on conclut de la pression observée la température et la chaleur spécifique (à volume constant) d'un mélange formé d'oxyde de carbone et d'azote, et, par suite, la chaleur spécifique particulière à chacun de ces gaz, laquelle est égale d'ailleurs à celle des autres éléments, pris sous le volume normal de $22^{lit},32$, à 0° et $0^{m},760$. Voici six déterminations de ce genre, dont quelques-unes déjà publiées par l'un de nous [1] et d'autres inédites :

| Mélanges. | Pression développée (réduite). | Chaleur dégagée. | Température. | Chaleur spécifique totale. | Chaleur spécifique pour $Az^2$ et $C^2O^2$. |
|---|---|---|---|---|---|
| | atm | Cal | ° | | |
| $C^4Az^2 + O^4$ | 25,11 | 126,500 | 4394 | 28,81 | 9,60 |
| $C^4Az^2 + O^4 + 1\frac{1}{2}Az^2$ | 20,67 | 126,500 | 4024 | 31,46 | 8,39 |
| $C^4Az^2 + O^4 + 2Az^2$ | 15,26 | 126,500 | 3191 | 39,67 | 7,93 |
| $C^4Az^2 + O^4 + \frac{79}{21}Az^2$ | 11,78 | 126,500 | 2810 | 45,05 | 6,67 |
| $C^4Az^2 + 2AzO^2$ | 23,34 | 169,800 | 4309 | 39,39 | 9,85 |
| $C^4Az^2 + 2Az^2O^2$ | 26,02 | 168,400 | 3993 | 42,17 | 8,43 |

» Ces nombres sont compris entre des températures qui varient de 4400° à 2800°, températures définies par le thermomètre à air. Les chaleurs spécifiques correspondantes se rapportent à des pressions de $12^{atm}$ à $26^{atm}$, mais à des densités inférieures ou tout au plus égales à $1\frac{1}{2}$ fois leur valeur sous la pression normale : condition où les chaleurs spécifiques sont indépendantes de la densité des mélanges gazeux, comme nous l'avons établi par expérience (p. 705).

» On remarquera d'abord le grand rapprochement qui existe entre les nombres obtenus, soit avec l'oxygène pur, soit avec le bioxyde d'azote et le protoxyde d'azote, pour les mêmes températures et pour des pressions voisines. Cette concordance donne une grande force à nos déductions.

» Ainsi, vers 4400°, nous trouvons pour la chaleur spécifique, avec

[1] *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1358. Les quelques centièmes d'acide carbonique qui se produisent simultanément n'exercent sur la pression qu'une influence négligeable, dans les limites d'erreur de cet ordre d'expériences, comme le montre le calcul. Ainsi, pour $C^4Az^2 + O^4 + 2Az^2$, le chiffre corrigé serait $8^{atm},2$ au lieu de 7,9; pour le mélange qui le précède, 8,82 au lieu de 8,39. Nous avons préféré renoncer à ces corrections, que l'existence de l'état gazeux temporaire du carbone vers 4000° ferait disparaître et que la probabilité d'un tel état rend en tout cas fort incertaines.

l'oxygène pur : 9,60; avec le bioxyde d'azote : 9,85; le rapport entre l'azote et l'oxyde de carbone était celui de 1 à 1 en volumes.

» Vers 4000°, avec l'oxygène pur : 8,39; avec le protoxyde d'azote : 8,43; le rapport entre l'azote et l'oxyde de carbone était 3 : 2.

» On voit en outre que les chaleurs spécifiques croissent rapidement avec les températures.

» Si nous essayons de représenter ces données par une formule empirique, en fonction de la température, nous trouvons l'expression suivante des chaleurs spécifiques, à volume constant, laquelle ne s'écarte pas des chiffres observés au delà des limites d'erreurs, assez notables d'ailleurs, de ce genre d'expériences :

$$6,7 + 0,0016(t - 2800).$$

| ° | Chiffres calculés. | Chiffres trouvés. |
|---|---|---|
| 2800 | 6,7 | 6,7 |
| 3200 | 7,3 | 7,9 |
| 4000 | 8,6 | 8,4 |
| 4400 | 9,3 | 9,6 |

» Ces nombres peuvent être adoptés comme exprimant aux hautes températures et à volume constant la chaleur spécifique moléculaire des gaz simples, tels que l'azote, $Az^2$, l'hydrogène, $H^2$, l'oxygène, $O^4$, et celle de l'oxyde de carbone, $C^2O^2$, qui leur est assimilé.

» Nos mesures de pression [1] indiquent même que l'oxygène aurait une chaleur spécifique un peu supérieure (de 1,5 centième environ) à celle de l'hydrogène; léger écart que nous n'aurions pas signalé s'il ne s'accordait avec les observations de Regnault faites entre 0° et 200° et qui donnent les valeurs $H^2$ : 6,82; $O^4$ : 6,95 pour la chaleur spécifique à pression constante (laquelle l'emporte de 2 unités sur la chaleur spécifique à volume constant). L'azote et l'oxyde de carbone sont intermédiaires, d'après Regnault, aussi bien que d'après nos mesures de pression. Rappelons encore que les écarts des lois de compressibilité s'accordent avec ceux des chaleurs spécifiques. C'est cette concordance entre les indications de toute

---

[1]

| | atm |
|---|---|
| $H^2 + O^2 + H^2$ | 8,82 |
| $H^2 + O^2 + O^4$ | 8,69 |
| $H^2 + O^2 + 3H^2$ | 7,06 |
| $H^2 + O^2 + 3O^4$ | 6,78 |
| $H^2 + O^2 + 3Az^2$ | 6,89 |

nature qui nous a engagés à signaler un semblable écart des chaleurs spécifiques; mais il est trop petit pour y insister davantage.

» Sans nous arrêter à ces petites diversités, nous pouvons rappeler que MM. Mallard et Le Châtelier, en partant d'un procédé de mesure très différent des pressions, ont été conduits à évaluer la chaleur spécifique des mêmes éléments entre 0° et 2000° au chiffre 7,5, voisin après tout des nôtres et qui accuse pareillement la variation des chaleurs spécifiques des éléments vers les hautes températures. En effet, tous ces chiffres sont supérieurs à la chaleur spécifique (à volume constant) des mêmes gaz vers 0°, soit 4,8. La chaleur spécifique moyenne des gaz simples doublerait donc environ, en passant de 0° à 4500°.

» Nous avons supposé ici l'accroissement proportionnel aux températures entre 2800° et 4400°, pour simplifier et pour éviter de recourir à une formule plus compliquée. Notre formule indique d'ailleurs une chaleur spécifique égale à 4,8 vers 1600°. Nous pouvons interpréter ce résultat de deux manières : ou bien admettre que la chaleur spécifique des éléments demeure constante jusque vers 1600° et qu'elle commence alors à varier proportionnellement à la température, en vertu d'un travail moléculaire intérieur tout particulier, et sur lequel nous reviendrons;

» Ou bien admettre que la variation a lieu à toute température; mais qu'elle est si lente de 0° à 200° qu'elle a échappé aux observateurs; tout en devenant de plus en plus marquée vers les hautes températures. Dans ce cas, il conviendrait de remplacer notre formule par une autre, de forme asymptotique vers les basses températures.

» Les données de cette dernière évaluation faisant défaut, nous nous contenterons de faire varier les chaleurs spécifiques moyennes des éléments à partir de 1600° et d'après la formule empirique

$$4,75 + 0,0016(t - 1600).$$

» Évaluons maintenant la chaleur spécifique élémentaire, $\frac{dQ}{dt}$, c'est-à-dire la quantité de chaleur véritable absorbée pour chaque variation de température de 1° (du thermomètre à air). Nous la calculerons seulement à partir de 1600°, ainsi qu'il a été expliqué. Elle répond à la formule

$$4,75 + 0,0032(t - 1600),$$

ce qui donne à 2000° : 6,1; à 3000° : 9,3; à 4000° : 12,5; à 5000° : 15,7.

» Vers 4500°, c'est-à-dire jusqu'à la limite atteinte par les expériences,

on aurait 14,1. La chaleur spécifique élémentaire des gaz simples proprement dits, tels que l'hydrogène, l'azote, l'oxygène, serait donc triplée; nous reviendrons sur l'interprétation mécanique de ces phénomènes.

» Il est un autre groupe d'éléments et de gaz composés, rapprochés entre eux par la valeur de leurs chaleurs spécifiques, mais différents, à cet égard, des précédents, et qu'il convient d'envisager maintenant.

» Regnault a reconnu, en effet, que le chlore, le brome et l'iode ont, vers la température ordinaire, des chaleurs spécifiques moléculaires notablement supérieures à celles des autres éléments, soit 8,6 pour $Cl^2$ à pression constante, au lieu de 6,8; c'est-à-dire 6,6 au lieu de 4,8 à volume constant (le chlore ayant sensiblement la même loi de dilatation que les autres gaz, entre 0° et 200°, ainsi qu'il résulte des déterminations de sa densité). Ces valeurs sont à peu près les mêmes pour les trois éléments halogènes. En outre, circonstance singulière, elles ne diffèrent guère des chaleurs spécifiques moléculaires des gaz composés formés avec contraction d'un tiers, tels que la vapeur d'eau, le protoxyde d'azote, l'acide carbonique. Pour calculer la chaleur spécifique du chlore à une haute température, on peut recourir à l'emploi des mélanges explosifs. En effet, MM. Mallard et Le Châtelier ont donné diverses déterminations relatives à la formation du gaz chlorhydrique en présence d'un excès de ses composants, tels que le chlore et l'hydrogène. Par exemple, ils ont opéré sur les mélanges suivants :

| | Pression trouvée (¹). |
|---|---|
| $H + Cl + 2H$ .......................... | $7^{atm},0$ |
| $H + Cl + \frac{2}{3}Cl$ .......................... | $7^{atm},1$ |

» Ces pressions, observées dans des conditions comparatives, sont sensiblement les mêmes : d'où il suit que l'influence du poids $\frac{2}{3}Cl$ est sensiblement pareille à celle du poids $2H$ (²). Il en résulte que la chaleur spécifique moyenne du chlore (à volume constant) serait triple à peu près de celle de l'hydrogène vers 1800°; celle-ci étant égale à 5,1, celle-là devra être 15,3 environ. Elle aura donc augmenté bien plus rapidement

(¹) Ces nombres devraient être accrus tous deux d'un neuvième environ, pour devenir comparables à nos propres déterminations : ce qui conduirait aux températures 1856° et 1884°.

(²) A la vérité, $\frac{2}{3}Cl$, mesurés à la température ordinaire, occuperaient vers 1800° le même volume que H (c'est-à-dire exerceraient la même pression, à volume constant) d'après V. Meyer. Mais ce changement n'altère que d'un quinzième la pression totale; ce qui modifie à peine nos évaluations.

que celle des autres éléments, et même elle sera accrue dans une proportion comparable à celles de l'acide carbonique du protoxyde d'azote, auxquelles elle était déjà à peu près égale entre 0° et 200°, d'après les mesures de Regnault et de E. Wiedemann. Vers 1800°, nous montrerons bientôt que la chaleur spécifique de l'acide carbonique est à peu près 18; c'est-à-dire qu'elle demeure encore voisine de celle du chlore. Le rapprochement entre le chlore et les gaz composés formés avec condensation se poursuit donc dans l'étude de la variation des chaleurs spécifiques, aussi bien que dans celle des densités. Le chlore se comporte vis-à-vis de l'oxygène comme le ferait l'ozone, si ce dernier était stable et formé avec dégagement de chaleur.

» Pour déduire les conséquences diverses qui résultent de ces évaluations relatives au chlore, il conviendrait d'avoir des données plus nombreuses et plus précises. Nous signalerons seulement la variation de la chaleur de formation du gaz chlorhydrique, laquelle croîtrait avec la température jusqu'à surpasser celle de la vapeur d'eau vers le rouge blanc, tandis qu'elle lui est inférieure au rouge sombre. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'origine du sucre de lait.* Note de M. **Paul Bert.**

« Pendant la période de lactation, la glande mammaire produit des quantités considérables de lactose. D'où vient ce sucre? Deux hypothèses peuvent être faites sur son origine.

» Suivant l'une, il serait formé sur place, dans la glande même, aux dépens de quelque matière lactogène, plus ou moins analogue au glycogène hépatique découvert par Claude Bernard. Suivant l'autre, il serait apporté par le sang, et la glande ne ferait que l'excréter; il faudrait alors supposer que le sucre se forme en excès dans l'organisme après l'accouchement, et qu'il est emmagasiné dans les mamelles.

» Pour juger cette dernière hypothèse, j'ai eu l'idée d'enlever les glandes mammaires avant la gestation et d'examiner les urines après l'accouchement. Si le sucre est formé en excès dans l'organisme, il devra, ne pouvant plus sortir par les mamelles, être excrété aussitôt par les reins, et l'animal deviendra pour un certain temps glycosurique.

» Je fis cette expérience en 1878 sur une femelle de cochon d'Inde, dont les urines ne me donnèrent pas de sucre. J'appris alors que M. de Sinéty avait déjà fait la même expérience, également chez une femelle de cobaye, mais dans un autre but, et qu'elle lui avait donné le même résultat.

» Je me mis alors à la recherche d'une matière glycogénique dans le tissu même de la mamelle. Je traitai ce tissu comme Claude Bernard l'avait fait pour celui du foie, par l'emploi alternatif de l'eau bouillante comme dissolvant et de l'alcool comme précipitant du lactogène cherché. Des analyses multiples m'ayant donné des résultats singuliers et peu concordants, j'eus recours à M. Schützenberger, qui voulut bien m'aider dans cette étude de ses conseils si autorisés.

» Un grand nombre de mamelles de vaches et de chèvres furent examinées par lui. Il parvint à extraire de quelques-unes d'entre elles, et particulièrement de celles qui n'étaient pas en état de lactation, de très petites quantités d'une matière que l'acide sulfurique transformait en sucre, sans que la salive, la diastase ou le suc pancréatique pussent en faire autant.

» Il est bien évident que cette matière ne peut jouer un rôle important dans la production du sucre du lait, et je fus conduit à revenir à l'autre hypothèse et à refaire mon expérience première.

» Cette fois, au lieu de femelles de cochon d'Inde, animaux de petite taille et d'une puissance lactogène très faible, j'opérai sur une chèvre qui, les mamelles enlevées et bien guérie de l'opération, fut conduite au bouc en même temps qu'une autre chèvre laissée dans l'état normal.

» Les deux animaux mirent bas le même jour, 14 mars 1883. Or, tandis que l'urine de la chèvre non opérée ne contenait pas trace de sucre, on en trouva en abondance dans celle de la chèvre sans mamelles, les deux animaux étant nourris et soignés de même. Malheureusement, les efforts de succion faits par le petit chevreau sur les mamelons amenèrent, dès le troisième jour, une inflammation locale suivie d'un phlegmon, et tout naturellement le sucre disparut dès le début des accidents inflammatoires.

» Je crus devoir, en conséquence, avant de rien publier, recommencer l'expérience. Le 22 mars de cette année, une autre chèvre, à laquelle j'avais enlevé mamelles et mamelons, mit bas, et ses urines, qui pendant la durée de la gestation ne contenaient pas trace de sucre, se montrèrent, aussitôt après avoir mis bas, capables de réduire avec énergie la liqueur cupropotassique. La proportion du sucre se maintint très forte pendant trois ou quatre jours, puis elle diminua, et aujourd'hui 31 mars le sucre a presque entièrement disparu.

» Ces deux expériences, très nettes et très concordantes, m'autorisent donc à conclure que *le sucre du lait est produit par l'excrétion mammaire du sucre fabriqué en excès par l'organisme après la parturition.*

» Où se forme ce sucre? Très vraisemblablement dans le foie. Y appa-

raît-il de suite à l'état de lactose ou bien à l'état habituel de glycose, la transformation en lactose se faisant dans la mamelle? C'est une question qu'aidera à résoudre l'analyse soignée des urines sucrées, mais que je n'ai pu aborder encore. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un Sirénien d'espèce nouvelle, trouvé dans le bassin de Paris.* Note de M. **A. Gaudry.**

« En établissant le nouveau chemin de fer qui réunit Saint-Cloud à Marly et à l'Étang-la-Ville, on a mis à nu, sur une grande étendue, l'étage des sables de Fontainebleau avec les marnes coquillières qui en forment la base. M. Chouquet, déjà bien connu des géologues par ses découvertes à Moret et à Chelles, y a trouvé plusieurs débris fossiles qu'il a donnés au Muséum.

» Parmi ces débris, il y en a sur lesquels je crois devoir appeler l'attention des paléontologistes, car ils indiquent le plus gros Mammifère marin qui ait encore été découvert dans nos environs de Paris : ce sont quatorze côtes d'une espèce nouvelle d'*Halitherium* qu'on pourrait appeler *Halitherium Chouqueti*, en l'honneur du savant auquel nous en sommes redevables. L'*Halitherium Chouqueti* a été trouvé près de la nouvelle gare de Louveciennes. L'ouvrier qui a mis les côtes à découvert nous a dit qu'elles étaient pêle-mêle les unes contre les autres. Nous avons vu, dans le voisinage, des *Ostrea cyathula* et *longirostris*, une dent de Lamna, une autre de Myliobates, des vertèbres de poisson osseux et des morceaux de l'*Halitherium* ordinaire du bassin de Paris, connu sous le nom d'*Halitherium Schinzi* ou *Guettardi*.

» Je mets sous les yeux de l'Académie quelques-unes des côtes de l'*Halitherium Chouqueti;* longues seulement de $0^{m},43$ dans leur contour interne, elles ont $0^{m},20$ de circonférence dans leur milieu. Ce qui est surtout curieux, c'est que leur épaisseur égale leur largeur; elles ont vers leur milieu $0^{m},059$ dans le sens de l'épaisseur aussi bien que dans celui de la largeur. Cela établit une différence sensible avec les côtes de l'*Halitherium Schinzi*. La différence est surtout considérable près de la pointe sternale : si, par exemple, nous mesurons les côtes à $0^{m},007$ au-dessus de cette pointe, nous trouvons que l'épaisseur dans l'*Halitherium Chouqueti* est de 0,053, tandis qu'elle ne dépasse guère 0,030 dans l'*Halitherium Schinzi*. On a de la peine à s'imaginer la conformation d'un animal avec une cage thoracique d'une telle épaisseur : c'était une sorte de blin-

dage. Des côtes si lourdes devaient être difficiles à soutenir, car non seulement elles étaient plus grosses, comparativement à leur longueur, que dans aucun autre animal, mais encore, ainsi que tous les géologues le savent, les côtes d'*Halitherium* sont d'une densité étonnante.

» Cinq seulement des côtes de l'*Halitherium Chouqueti* sont conservées dans la partie où elles s'articulaient avec les vertèbres; la facette articulaire de leur tête est très réduite; celle de leur tubérosité est à peine marquée. Cela semble indiquer des côtes qui avaient des mouvements bornés. Ce qui leur était surtout nécessaire, c'était d'avoir de puissants ligaments qui les attachassent fortement aux vertèbres.

» Dans leur région angulaire, plusieurs des côtes ont un bombement très accentué, incliné de telle sorte qu'il paraît avoir été en rapport avec des muscles placés en arrière; je pense qu'il a donné attache à un fort faisceau des muscles sacro-lombaires. La pointe vertébrale des côtes a une très petite facette; il faut sans doute conclure de là que les cartilages qui unissaient les côtes au sternum étaient étroits.

» L'*Halitherium Chouqueti* ne s'est pas arrêté à Louveciennes; il a dû traverser la mer qui recouvrait l'emplacement où est actuellement Paris, car nous avons dans le Muséum quatre morceaux de côtes qui semblent lui appartenir et qui ont été trouvés à Belleville.

» Dans un important Mémoire sur les Siréniens fossiles du sud-ouest de la France, M. Delfortrie a figuré des côtes d'*Halitherium* provenant du miocène inférieur de Cenon (Gironde), qui rappellent les nôtres par leur forme épaisse.

» L'*Halitherium Schinzi* est l'espèce qui se rapproche le plus de l'*Halitherium Chouqueti* par ses côtes. L'*Halitherium* fossile de l'époque des faluns a des côtes plus longues et plus aplaties. De Christol, Gervais, M. Capellini, M. le baron de Zigno, qui ont bien étudié les Siréniens pliocènes, n'ont pas signalé de côtes semblables à nos pièces de Louveciennes.

» J'ai vu, dans le Musée de Saint-Pétersbourg, le squelette de la Rhytine, et dans celui de Bordeaux les débris du *Rhytiodus;* ces deux animaux ont des côtes bien plus allongées, moins épaisses et plus minces que celles de l'*Halitherium Chouqueti.* »

ANALYSE ALGÉBRIQUE. — *Sur la correspondance entre deux espèces différentes de fonctions de deux systèmes de quantités, corrélatifs et également nombreux.* Note de M. **Sylvester.**

« Voici le théorème à démontrer, dans lequel, par *somme-puissance*, on sous-entend une somme de puissances de quantités données :

» *A i quantités on peut en associer i autres telles, que chaque fonction symétrique (qui est une fonction des différences) des premières sera une fonction des sommes-puissances du* $2^e$, *du* $3^e$, ..., *du* $i^{\text{ième}}$ *ordre des dernières.*

» Faisons, pour plus de clarté, $i = 3$.

» Soient $r_1$, $r_2$, $r_3$ les racines de l'équation

$$fr = ar^3 + br^2 + cr + d = 0.$$

En prenant $b, c, d; r_1, r_2, r_3$ comme deux systèmes corrélatifs de variables indépendants, on trouve

$$\delta_b = -\sum \frac{r^2}{f'r}\delta_r, \quad \delta_c = -\sum \frac{r}{f'r}\delta_r, \quad \delta_d = -\frac{1}{f'r}\delta_r.$$

Donc

$$3a\delta_b + 2b\delta_c + c\delta_d = -\sum \delta_r,$$

$$a\delta_b + \quad b\delta_c + c\delta_d = d\sum \frac{1}{rf'r}\delta_r.$$

Soient $a = \alpha$, $b = 3\beta$, $c = 3.2.\gamma$, $d = 3.2.1.\delta$, et soient $\rho_1$, $\rho_2$, $\rho_3$ les racines de l'équation

$$\alpha\rho^3 + \beta\rho^2 + \gamma\rho + \delta = 0.$$

Alors, si $\sum \delta_r \varphi = 0$, on aura $(\alpha\delta_\beta + \beta\delta_\gamma + \gamma\delta_\delta)\varphi = 0$. C. Q. F. D.

» L'intégrale générale de la première équation est

$$\varphi = \mathcal{F}(r_1 - r_2, r_1 - r_3),$$

et celle de la dernière est

$$\varphi = \mathcal{F}_1(\rho_1^2 + \rho_2^2 + \rho_3^2,\ \rho_1^3 + \rho_2^3 + \rho_3^3).$$

Ces deux intégrales sont donc identiques, et, le raisonnement étant général pour une valeur quelconque de $i$, on voit que chaque fonction des différences des $r$ doit pouvoir s'exprimer comme une fonction de $i - 1$ sommes-

puissances consécutives des $\rho$ (commençant avec la seconde), les $r$ et les $\rho$ étant liés ensemble par les équations

$$ar^i + br^{i-1} + cr^{i-2} + dr^{i-3} + \ldots = 0,$$

$$a\rho^i + \frac{b}{i}\rho^{i-1} + \frac{c}{i(i-1)}\rho^{i-2} + \frac{d}{i(i-1)(i-2)}\rho^{i-3} + \ldots = 0,$$

et conséquemment une fonction *symétrique* des différences des $r$ sera une fonction rationnelle et entière des $i-1$ puissances consécutives (dont on a déjà fait mention) des $\rho$.

» En prenant $i = \infty$, on voit que le théorème équivaut à dire que tous les *sous-invariants*, sources des covariants de $(a, b, c \between x, y)^2$, $(a, b, c, d \between x, y)^3$, ... (à l'infini), seront des fonctions des sommes-puissances prises à l'infini, avec la seule exception de la somme linéaire des racines de l'équation $a + bx + \frac{c}{1.2}x^2 + \frac{d}{1.2.3}x^3 + \ldots$ (à l'infini).

» Tel est le théorème capital découvert par M. le capitaine Mac-Mahon, de l'Artillerie royale anglaise, dont il a fait le plus heureux usage en développant la théorie des perpétuants (voir *American Journal of Mathematics*). Il est évident que le même principe peut être appliqué aux invariants de toute espèce, de sorte que, grâce à la belle découverte de M. Mac-Mahon, avec la généralisation (qui en sort presque intuitivement) que j'ai donnée, on est aujourd'hui en état de traiter les parties les plus difficiles et les plus essentielles de la théorie des formes algébriques, comme M. Schubert l'a fait avec sa *Zahl-Geometrie* pour les figures dans l'espace, en faisant abstraction, pour ainsi dire, de toute question de substance (de matière contenue dans les formes), et en se bornant à un calcul purement arithmétique.

» Je dois avertir que le théorème de correspondance, tel que M. Mac-Mahon l'a donné, a paru dans l'*American Journal of Mathematics* (vol. VI, p. 131). M. Mac-Mahon affirme (mais sans aucune preuve) que, si ($\alpha$, $\beta$, $\gamma$, ... étant des nombres entiers plus grands chacun que l'unité) $\varphi$ est de la forme $\Sigma r^\alpha s^\beta t^\gamma, \ldots$, où $r, s, t, \ldots$ sont les racines de l'équation

$$\left(a_0, a_1, \frac{a_2}{1.2}, \frac{a^3}{1.2.3}, \ldots\right)(x, 1)^n = 0,$$

alors

$$(a_0\delta_{a_1} + a_1\delta_{a_2} + a_2\delta_{a_3} + \ldots)\varphi = 0,$$

et il donne à $\varphi$ le nom de *fonction symétrique non unitaire* des racines. Ce

théorème est vrai seulement pour le cas où $n$ est infini (ce que M. Mac-Mahon a oublié de dire), et dans ce cas il conduit à la conséquence que les *différentiants* (c'est-à-dire les sous-invariants) de

$$(a_0, a_1, a_2, \ldots)(x, 1)^\infty$$

sont des *fonctions symétriques non unitaires* des racines de l'équation

$$a_0 + a_1 x^{-1} + \frac{a_2}{1.2} x^{-2} + \frac{a_3}{1.2.3} x^{-3} + \ldots = 0$$

et *vice versâ*. Or il est évident que chaque fonction *symétrique non unitaire* d'un nombre *infini* de quantités n'est autre chose qu'une fonction des sommes de toutes les puissances de ces quantités au delà de la première. Voilà pourquoi j'ai attribué à M. Mac-Mahon, dans ce qui précède (pour le cas d'une équation dont le degré est infini), la connaissance du théorème que j'ai démontré dans toute sa généralité. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* (1).
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« *Séparation d'avec les matières organiques.* — Afin de ne pas allonger démesurément cette étude, je me bornerai à indiquer les deux méthodes suivantes, qui permettent de doser à la fois le gallium et l'*acide tartrique*. Les mêmes procédés pourront servir dans le cas du mélange des composés galliques avec la plupart des autres matières organiques.

» 1° On précipite le gallium par un léger excès de prussiate jaune de potasse dans une solution chlorhydrique très acide. On ajoute à la liqueur filtrée du chlorure de cuivre qui forme un précipité de cyanoferrure de cuivre; on filtre et l'on traite la solution par un courant de gaz sulfhydrique qui enlève le cuivre à l'état de sulfure. Le liquide clair, placé dans le vide au-dessus de potasse caustique, se réduit à un faible volume et ne contient plus, en outre de l'acide tartrique, du chlorure de potassium et d'un peu d'acide chlorhydrique, que quelques traces de fer qu'on enlève par les procédés connus.

» 2° La solution, légèrement acide, est additionnée d'un excès d'acétate acide d'ammoniaque et d'une certaine quantité d'acide arsénieux, puis traversée par un courant de gaz sulfhydrique. Le sulfure d'arsenic entraîne

(1) *Comptes rendus*, séance du 6 mars 1884, p. 711.

le gallium, tandis que l'acide tartrique reste dans la liqueur; on le sépare ensuite d'avec l'ammoniaque et l'acide acétique, au moyen des méthodes usitées en pareil cas.

» *Nota.* — Quand on ne désire doser que le gallium, on peut calciner la matière et en attaquer les cendres par la fusion avec du bisulfate de potasse. Le gallium est séparé du sel alcalin par un des procédés déjà décrits.

» Lors de la calcination des substances organiques gallifères, il faut soigneusement éviter dans celles-ci la présence des chlorures, qui pourraient provoquer la volatilisation d'une certaine quantité de gallium.

» On peut empêcher les effets nuisibles des chlorures en arrosant dès l'abord la matière avec un peu d'acide sulfurique. Hors certains cas très rares, le chlore est ainsi éliminé avant qu'on ait atteint la température à laquelle il se formerait du chlorure anhydre de gallium. »

M. **G.-A. Hirn** fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. Faye, d'une Notice biographique qu'il vient de publier sur *O. Hallauer*.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Ministre des Postes et Télégraphes** transmet à l'Académie le relevé des coups de foudre observés en France, pendant le second semestre de l'année 1883.

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une modification apportée aux câbles conducteurs pour paratonnerres.* Note de M. **A. Callaud.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

« Les câbles conducteurs, tels que je les ai faits jusqu'ici pour l'Administration de la Guerre, sont enterrés dans des augets creusés dans de la terre; ils sont entourés de coke. On y laisse pénétrer l'humidité, afin qu'elle serve à la conductibilité du conducteur. Cette disposition, rationnelle quand le câble est intact, peut être défectueuse si l'oxydation attaque le cuivre du conducteur. J'ai tenté de remédier à cet inconvénient, par la disposition suivante :

» J'entoure chaque fil du câble, de chanvre imprégné de céruse ou de minium; je les câble en cet état, par torons de cinq fils, en plaçant au centre une âme en cuivre non protégée (il n'en est pas besoin puisqu'elle est entourée de fils garantis de l'humidité). Quand le conducteur est câblé, je roule une bande de toile imprégnée de céruse ou de minium, qui recouvre le tout et fait un préservatif complet. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Résultats d'expériences sur un nouveau système de ventilateur à force centrifuge.* Mémoire de M. L. **Ser**, présenté par M. Tresca. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Phillips, Tresca, Resal.)

« L'auteur a publié, en 1878, un essai de théorie des ventilateurs à force centrifuge, fondée sur les principes de la Mécanique rationnelle, et il est arrivé aux trois formules suivantes :

$$E = m\frac{d}{g}\omega^2 r_1^2\left(1 - \frac{r_0}{r}\frac{\cos\gamma}{\cos\theta}\right),\quad Q = \mu 2\pi r_0^3 \omega \,\mathrm{tang}\,\theta,\quad T = \frac{1000\,QE}{\rho}.$$

» E, pression ou dépression produite, en mètres de hauteur d'eau;

» Q, volume débité, en mètres cubes par seconde;

» T, travail dépensé, en kilogrammètres par seconde;

» $r$, rayon extérieur des ailettes; $r_0$, rayon intérieur;

» $\omega$, vitesse angulaire;

» $\gamma$, angle du dernier élément des ailettes avec la circonférence de rayon $r_1$;

» $\theta$, angle du premier élément avec la circonférence de rayon $r_0$;

» $d$, densité de l'air; $g$, accélération due à la pesanteur;

» $m$, $\mu$ et $\rho$ sont respectivement les rendements manométrique volumétrique et dynamométrique.

» Plusieurs ventilateurs ont été construits sur les données de cette théorie par MM. Geneste, Herscher et C[ie]. Deux d'entre eux ont été particulièrement l'objet d'expériences : l'un soufflant pour feux de forge, l'autre aspirant pour puits de mines.

» Le ventilateur soufflant se compose d'une roue, de $0^{m},50$ de diamètre, formée d'un plateau circulaire sur lequel sont fixées trente-deux ailettes courbes. L'air aspiré, au centre, dans l'atmosphère, est refoulé par la rotation des ailettes dans une enveloppe en forme de spirale qui le conduit à une buse d'échappement de section $\Omega = 0^{mq},0610$.

» M. H. Tresca, à la suite d'expériences faites au Conservatoire des Arts et Métiers, en a consigné les résultats dans un procès-verbal qui se termine par les conclusions suivantes :

» 1° Le rendement dynamométrique du ventilateur s'est élevé de 0,521 à 0,630, soit une moyenne de 0,604.

» 2° Le débit du ventilateur est exactement celui qui correspond aux formules de la théorie.

» 3° La pression à la buse de sortie est en moyenne presque double de celle qui correspond à la vitesse de l'extrémité des ailes (exactement 1,855).

» 4° Le débit effectif du ventilateur, calculé à la pression ambiante, est décuple du volume engendré par les palettes dans leur rotation.

» Le ventilateur aspirant pour mines est construit de la même manière que le ventilateur soufflant. La roue à ailettes est constituée également par un plateau circulaire portant 32 palettes et tourne dans une enveloppe en spirale. Il est de plus muni à l'arrivée de l'air d'une chambre d'aspiration, destinée à établir la communication avec la mine, et, au refoulement, d'un long tuyau tronconique, servant de diffuseur pour réduire la vitesse d'échappement dans l'atmosphère.

» On a mesuré, au moyen d'un manomètre à eau, la dépression produite dans la chambre d'aspiration, successivement dans les divers points de cette chambre. La moyenne de plus de trois cents relevés très concordants a été de $E = 93^{mm},44$ pour une vitesse de 240 tours du ventilateur.

» La vitesse de la périphérie des ailes étant de $25^{m},12$, la pression correspondante est $E = \frac{d}{2g}\omega^2 r_1^2 = 0,039$ et le rapport des deux pressions $E : E_1 = 2,368$.

» La section d'entrée de l'air dans la chambre d'aspiration étant de $1^{mq}$ et le coefficient de contraction environ 0,75, on en déduit pour le volume aspiré $Q = 28^{mc},99$.

» Les résultats de toutes les expériences sont indiqués dans le Tableau suivant :

| Nombre de tours de la machine par minute N. | Travail indiqué, ventilateur en marche, T. | Travail indiqué, ventilateur arrêté, R. | Travail du ventilateur, F = T — R. | Rapport $\frac{F}{N^3}$ |
|---|---|---|---|---|
| 31,5 ....... | 2302 | 615 | 1687 | 0,0542 |
| 32 ......... | 2263 | 618 | 1645 | 0,0502 |
| 33 ......... | 2213 | 640 | 1573 | 0,0437 |
| 34 ......... | 2712 | 665 | 2047 | 0,0520 |

| Nombre de tours de la machine par minute N. | Travail indiqué, ventilateur en marche, T. | Travail indiqué, ventilateur arrêté, R. | Travail du ventilateur, F = T − R. | Rapport $\frac{F}{N^3}$. |
|---|---|---|---|---|
| 36 ......... | 3070 | 720 | 2350 | 0,0503 |
| 38 ......... | 3622 | 790 | 2832 | 0,0516 |
| 39 ......... | 3828 | 825 | 3003 | 0,0506 |
| 40 ......... | 4119 | 870 | 3249 | 0,0507 |
| 42 ......... | 4561 | 950 | 3611 | 0,0487 |
| 43 ......... | 4585 | 1000 | 3585 | 0,0451 |
| 44 ......... | 4169 | 1040 | 3729 | 0,0436 |
| 45 ......... | 4941 | 1082 | 3859 | 0,0423 |
| 46 ......... | 6303 | 1125 | 5178 | 0,0532 |
| 48 ......... | 6332 | 1210 | 5122 | 0,0453 |

» En prenant le travail correspondant à 40 tours de la machine, soit 240 tours du ventilateur, on trouve, d'après le tableau,

$$T = 4119, \quad R = 870, \quad F = T - R = 3249, \quad \text{soit} \quad 43^{\text{chx}},30.$$

Comme, d'un autre côté, le ventilateur, à la même vitesse, aspire un volume de $28^{\text{mc}},811$ et produit une dépression de $0^{\text{m}},09344$, le travail utile est

$$Q.E = 1000 \times 28811 \times 0,09344 = 2692,1.$$

» Il en résulte un rendement $\rho = 0,828$, supérieur à celui du ventilateur de $0^{\text{m}},50$ de diamètre, ce qui s'explique par quelques perfectionnements de détail dans la construction et aussi par les dimensions plus grandes de l'appareil.

» *Conclusions.* — Les résultats obtenus sur ces deux ventilateurs, ainsi que sur tous ceux du même système qui ont également fait l'objet de nombreuses expériences, conduisent aux conclusions générales que l'on peut formuler ainsi :

» 1° Il existe un accord complet entre les données de la théorie et les résultats de l'expérience.

» 2° Le rapport $E:E_1$ de la différence de pression observée E à la pression $E_1$, qui correspond à la vitesse de la périphérie des ailettes, a varié de 1855 à 2368, suivant les dimensions et les détails de construction.

» 3° Le volume d'air débité par l'appareil est très sensiblement égal à celui donné par la formule théorique. Le rendement volumétrique est resté compris entre 0,94 et 1. Ce volume est égal à dix fois environ celui qui est engendré par les palettes dans la rotation.

» 4° L'effet utile dynamométrique a varié de 0,604 à 0,828, suivant les diamètres et le mode de construction.

» Tous ces résultats montrent qu'avec des dimensions et des vitesses de rotation relativement faibles, un ventilateur à force centrifuge peut donner des volumes d'air considérables, des pressions assez fortes et un rendement égal à celui des autres appareils mécaniques. »

M. V. Daymard adresse, par l'entremise de M. Dupuy de Lôme, un Mémoire intitulé : « Courbes nouvelles servant à mesurer la stabilité statique des navires, sous toutes les inclinaisons possibles ».

(Commissaires : M. l'Amiral Pâris, M. Dupuy de Lôme, M. Phillips.)

M. J. Girard adresse une Note, accompagnée d'une Planche, sous le titre : « Recherches sur la direction des diaclases dans le bassin de l'Oise ».

(Renvoi à l'examen de M. Daubrée.)

M. Faudrin adresse une Note relative à l'efficacité du sulfocarbonate de potasse, pour détruire les parasites de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. Bouffard adresse une Note relative à la composition des moûts de quelques cépages américains.

L'analyse des moûts provenant des cépages américains cultivés à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier montre, pour quelques-uns, une quantité de sucre considérable, avec une acidité notablement supérieure à celle des jus de raisins du pays.

Le rendement, à l'hectare, a été très faible, pour certains cépages, comparativement aux récoltes anciennes.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

## CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La « Collection de Mémoires relatifs à la Physique, publiés par la

Société française de Physique ; t. I, Mémoires de Coulomb ». (Présenté par M. Janssen.)

2° Une Note de M. *E. Rivière*, intitulée : « Expédition scientifique du Cap Horn. Exposition des instruments et collections ». (Présenté par M. Alph. Milne-Edwards.)

3° Une Note de M. *Ch. Tardy*, relative à « L'homme quaternaire dans la vallée de l'Ain », extraite des *Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Saône-et-Loire*. (Présenté par M. A. Gaudry.)

M. E. Bertin adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, un Volume manuscrit, avec Planches, sous le titre : « Études de navires à flottaison cellulaire, 1870-1873. »

M. l'Amiral de Jonquières transmet à l'Académie la Lettre suivante, qui a été adressée à M. le Ministre de la Marine et des Colonies par le Contre-amiral commandant en chef la division navale de la mer des Indes et communiquée par le Ministre au Dépôt des Cartes et Plans de la Marine :

« Tamatave, le 13 février 1884.

« J'ai l'honneur de porter à votre connaissance des notes sur les troubles telluriques du détroit de la Sonde. Ces renseignements ont été fournis par l'officier de navigation de la frégate américaine *la Pensacola* et réunis par M. le lieutenant de vaisseau Adigard, mon aide de camp. Je les crois intéressants à tous égards.

» La *Pensacola* a quitté Batavia le 22 décembre et est passée le même jour par le détroit de la Sonde, traversant de larges champs de pierre ponce. Elle a continué à voir de petites quantités de cette matière jusqu'au 10 janvier, époque où elle se trouvait par 16°7' de latitude sud et 66°8' de longitude est. On n'en a pas vu tous les jours, mais il s'est passé peu de jours sans qu'on en vît. Les morceaux que l'on a vus après le 1er janvier étaient couverts de coquillages et d'herbes fines; un ou deux fragments renfermaient de petits crabes dans leurs pores.

» La route de la *Pensacola* se trace ainsi, de deux en deux jours :

| | Latitude. | Longitude. |
|---|---|---|
| 23 décembre ...... | 7°21' S. | 103°54' E. |
| 25 » ...... | 9.44 S. | 100.14 E. |
| 27 » ...... | 10.53 S. | 96.15 E. |
| 29 » ...... | 13.10 S. | 93. 2 E. |
| 31 » ...... | 14.47 S. | 87.58 E. |

| | Latitude. | Longitude. |
|---|---|---|
| 2 janvier........ | 15°.2' S. | 83°.5' E. |
| 4 » ........ | 15. 4 S. | 78.30 E. |
| 6 » ........ | 15. 8 S. | 74.54 E. |
| 8 » ........ | 15.25 S. | 70.59 E. |
| 10 » ........ | 16. 7 S. | 66. 8 E. |

» Quelques morceaux ont été vus, dit-on, depuis le 10 janvier; mais ce n'étaient, en tous cas, que des morceaux isolés.

» Si les pierres ponces vues le 10 janvier venaient de l'éruption du 20 mai à Krakatoa, elles avaient été entraînées par un courant de 10 milles par jour au S. 76° O. Si elles provenaient de l'éruption du 22 août, elles avaient dérivé de 16 $\frac{1}{2}$ milles dans la même direction. Le courant moyen constaté par la *Pensacola* ayant été de 15 milles par jour à l'O. $\frac{1}{4}$ N. (N. 78°45′ O.), cette seconde hypothèse est la plus probable. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations sur la planète Mars* (*Observatoire de Meudon*). Note de M. **E.-L. Trouvelot**, présentée par M. Janssen.

« En vue d'étudier la constitution physique et la météorologie de la planète Mars et de recueillir les matériaux nécessaires pour dresser une Carte complète de la configuration de sa surface, j'ai entrepris en 1875, aux États-Unis, une série d'observations sur cette planète que j'ai continuées avec assiduité jusqu'à ce jour. Durant les neuf années écoulées depuis cette époque, j'ai profité de toutes les occasions favorables pour étudier cette planète, ne tenant que peu de compte de son éloignement de la Terre; ne l'ayant, pour ainsi dire, perdue de vue qu'aux époques où sa trop grande proximité du Soleil la rendait invisible. J'ai pu ainsi recueillir de nombreuses notes sur les phénomènes si intéressants qui se développent, soit dans le sein de son atmosphère, soit à sa surface, et faire quatre cent quinze dessins très soignés de cette planète et des taches qui existent à sa surface. Parmi ces dessins, trente ont été faits à l'Observatoire de Meudon, et le reste à mon observatoire privé en Amérique.

» Les observations faites dernièrement sont surtout intéressantes, parce que Mars présente maintenant son hémisphère boréal à la Terre. Cet hémisphère, qui, en raison des difficultés d'observation causées par l'éloignement de la planète de la Terre, quand elle incline vers nous son pôle boréal, a été beaucoup moins étudié, nous est moins connu que son hémisphère austral.

» Aujourd'hui, je suis à peu près certain d'avoir reconnu et dessiné

presque toutes les taches visibles sur l'hémisphère nord, qui s'étendent jusqu'à la tache polaire; mais il me reste encore à reconnaître celles qui peuvent se trouver sous le blanc manteau qui aujourd'hui les recouvre et les cache à notre vue. Comme ce n'est guère que trois mois après le solstice d'été de l'hémisphère sud que j'ai plusieurs fois vu disparaître complètement la tache polaire australe, on ne peut guère espérer reconnaître les taches, qui maintenant peuvent être enfouies sous les glaces polaires boréales, que vers le milieu du mois d'août; le solstice d'été de l'hémisphère nord de Mars ayant lieu le 13 mai prochain. Mes observations demandent donc a être continuées aussi longtemps que la planète restera visible cette année : alors j'aurai en main des matériaux amplement suffisants pour dresser une Carte aréographique complète.

» L'hémisphère nord de Mars est beaucoup moins riche en taches sombres que son hémisphère sud, et, à part les mers de Knobel, Tycho et Airy, de l'excellente Carte de M. Green, et les taches sombres qui entourent maintenant la tache polaire, et dont j'ai reconnu plusieurs branches qui se dirigent vers le sud, le reste n'est que de peu d'importance. Les grands continents de cet hémisphère sont cependant occupés par des taches grisâtres plus ou moins faibles, qui sont disséminées sur eux. A en juger d'après les changements que j'ai vu subir à ces taches, d'année en année, on pourrait croire que les taches grisâtres variables sont dues à une végétation martienne qui subit l'alternative des saisons.

» J'ai aussi observé des changements très importants dans les taches sombres de l'hémisphère sud, et en particulier sur la tache sombre, en forme de croissant, dont j'ai déjà parlé ([1]), et qui se trouve au nord de la mer Terby, par longitude 85° et latitude sud 8°. Cette tache, qui était si faible en 1877, quand elle occupait une position très favorable pour l'observation, qu'elle était à peine visible, et que je ne l'ai indiquée que faiblement sur deux ou trois de mes dessins, est cependant aujourd'hui très accentuée, et presque aussi noire que la mer Terby, sa voisine, bien qu'elle soit vue sous une forte obliquité.

» Comme la description des taches nouvelles que j'ai reconnues sur l'hémisphère nord occuperait plus d'espace qu'il ne conviendrait ici, je dois la remettre jusqu'au jour où je pourrai publier mes observations *in*

([1]) Trouvelot, *Astronomical drawings* (Manuel, p. 64), Charles Scribner, New-York; 1882.

*extenso*, accompagnées de la Carte de Mars et des nombreux dessins qui lui servent de base. »

MÉCANIQUE. — *Calcul approché de la poussée et de la surface de rupture, dans un terre-plein horizontal homogène, contenu par un mur vertical* (¹). Note de M. J. BOUSSINESQ, présentée par M. de Saint-Venant.

« III. Toutes les lois précédentes supposent le massif assez étendu, derrière la paroi mobile, pour que la surface de rupture s'y développe librement. Quand elle atteint, au contraire, avant d'être arrivée à la surface libre, une seconde paroi, fixe par exemple, qu'elle côtoie ensuite jusqu'en haut, il faut, pour exprimer la condition de glissement du massif contre celle-ci, faire intervenir la fonction $f_1''(y+ax)$, dont l'influence, se propageant le long de droites $y+ax=$ const., se combine sur le bas de la paroi mobile, lorsque ces droites la coupent, avec celle de la fonction $f''(y-ax)$, pour y diminuer la poussée. J'ai reconnu ainsi que, dans le cas où les deux parois sont verticales et distantes d'une quantité, $l$, comprise entre $ah$ et $\frac{1}{2}ah$, la poussée et son moment par rapport à la base de la paroi mobile sont diminués d'une petite fraction, exprimée, pour la poussée, par $\frac{2a\tan\varphi_2}{1+a\tan\varphi_2}\left(1-\frac{l}{ah}\right)^2$, et, pour le moment, par $\frac{2a\tan\varphi_2}{1+a\tan\varphi_2}\left(1-\frac{l}{ah}\right)^3$, de leurs valeurs relatives au cas $l>ah$, $\varphi_2$ désignant l'angle de frottement du sable contre la paroi fixe. Cette poussée est donc appliquée un peu plus haut que le tiers de la hauteur $h$. Les formules (6) et (7) s'étendent d'ailleurs à ce cas, car elles ont été démontrées sans admettre qu'on eût partout $f_1''=0$; et la valeur de $\sin^2\varphi'$ pour $y=0$ continue même, d'après (6), à être $\sin^2\varphi+(1-\sin\varphi)^2\tan^2\varphi_1$, vu que, T égalant alors $-N_y\tan\varphi_1$, la formule $(N_y-N_x)\tan 2\beta=2T$ devient $(1-a^2)\tan 2\beta=2a^2\tan\varphi_1$, d'où résulte l'expression de $\cos 2\beta$ à porter dans (6).

» IV. Il me reste à montrer comment les formules précédentes, établies pour un massif à angle de frottement intérieur, $\varphi'$, légèrement croissant, près de la paroi, depuis $\varphi$ jusqu'à $\Phi$, permettront d'obtenir avec une approximation très suffisante la poussée d'un massif homogène de même forme et de même densité, mais ayant son angle de frottement donné, constant. A cet effet, considérant d'abord uniquement la compo-

(¹) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 720.

sante normale de la poussée, composante seule en jeu dans la rotation de la paroi autour de sa base, j'observerai que la force extérieure juste suffisante pour lui faire équilibre deviendra plus que suffisante si les frottements augmentent, c'est-à-dire si, en chaque point $(x, y)$, l'angle $\varphi'$, ou même $\varphi_1$ pour les points contigus à la paroi, grandissent; et le moment de la poussée diminuera. Il suffit donc d'imaginer deux massifs hétérogènes constitués conformément à la formule (9), dans l'un desquels $\varphi'$ et $\varphi_1$ soient égaux ou un peu supérieurs à l'angle de frottement du massif homogène donné, tandis qu'ils lui seront un peu inférieurs dans l'autre, pour que le moment de la poussée soit moindre, dans le premier, et plus grand, dans le second, qu'il n'est dans le massif proposé. Celui-ci se trouvera donc compris entre les deux, au point de vue des lois de son équilibre-limite, et, d'une part, la composante normale de sa poussée pourra être censée appliquée au tiers de la hauteur de la paroi comme le sont les leurs; d'autre part, elle pourra être prise égale à la demi-somme de celles-ci, pourvu qu'on ait rendu aussi petite que possible leur différence. Dans ce but, comme le coefficient $k$, qui mesure proportionnellement la composante normale de la poussée, grandit quand $\varphi$ ou $\varphi_1$ décroissent, le premier des deux massifs hétérogènes considérés, chargé de fournir la limite inférieure de la poussée, donnera cette limite aussi forte que possible si l'on prend $\varphi$ ou $\varphi_1$ le plus faibles possible; ce qui aura lieu en faisant $\varphi$ et $\varphi_1$ égaux à l'angle effectif de frottement du massif proposé. La formule (8), devenue (vu que $\varphi_1 = \varphi$)

$$(12) \qquad k = \frac{\operatorname{tang}(45^\circ - \frac{1}{2}\varphi)\sin(45^\circ - \frac{1}{2}\varphi)\cos\varphi}{\cos(\frac{3}{2}\varphi - 45^\circ)},$$

donnera alors la valeur approchée par défaut, que l'on demande, du coefficient $k$ convenant au massif homogène. Quant à l'autre valeur, approchée par excès, et où c'est le maximum $\Phi$ qu'il faudra égaler à l'angle de frottement du massif homogène proposé pour que $\varphi'$ et $\varphi_1$ soient moindres, on devra la prendre le plus petite possible, et, pour cela, puisque $\Phi$ est connu, porter dans le dernier membre de (8) la valeur de $\operatorname{tang}\varphi_1$ définie par (10), ce qui donne

$$(13) \qquad \frac{1}{k} = \frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi} + \sqrt{\frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi}}\,\frac{\sqrt{\sin^2\Phi - \sin^2\varphi}}{1-\sin\varphi},$$

et puis attribuer à $\sin\varphi$ la valeur, comprise entre $\sin\Phi$ et $\sin^2\Phi$, comme on a vu, qui rendra maximum cet inverse de $k$. La dérivée, par rapport à $\varphi$,

du second membre de (13), réduite au dénominateur commun

$$(1 - \sin\varphi)^2 \sqrt{\sin^2\Phi - \sin^2\varphi},$$

a pour numérateur

$$2\cos\varphi\sqrt{\cos^2\varphi - \cos^2\Phi} + 2\cos^2\varphi - (2 + \sin\varphi)\cos^2\Phi.$$

Or celui-ci, pour $\varphi$ croissant de zéro à $\Phi$, diminue sans cesse et s'annule une fois, savoir quand on a

$$(14) \quad \cos^2\Phi = \frac{4\cos^2\varphi(1 + \sin\varphi)}{(2 + \sin\varphi)^2} \quad \text{ou} \quad 8\frac{\tang^2\Phi}{\tang^2\varphi} = 9 + \tang^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right).$$

» J'ai reconnu que, pour toutes les valeurs usuelles de $\Phi$, c'est-à-dire entre $\Phi = 22°$ et $\Phi = 47°$, cette équation du maximum demandé est résolue, sauf erreur inférieure à une demi-minute, par la formule

$$(15) \qquad \tang(\varphi + 2') = \frac{2\sqrt{2}\tang\Phi}{\sqrt{9 + \tang^2(45° - \frac{1}{2}\Phi)}}.$$

On portera donc la racine $\varphi$ fournie par (15) dans l'expression de $k$ que donne (13), expression devenue, grâce à la valeur de $\sin^2\Phi - \sin^2\varphi = \cos^2\varphi - \cos^2\Phi$, en fonction de $\varphi$, résultant de (14),

$$(16) \quad k = \frac{(1 - \sin\varphi)(2 + \sin\varphi)}{2(1 + \sin\varphi)^2} = \frac{1}{4}\tang^2\left(45° - \frac{1}{2}\varphi\right)\left[3 + \tang^2\left(45° - \frac{1}{2}\varphi\right)\right].$$

Et cette formule fera connaître la limite supérieure cherchée. On n'aura plus ensuite, pour obtenir la meilleure valeur théorique possible de $k$, qu'à prendre la moyenne entre cette limite supérieure et la limite inférieure exprimée par (12), où $\varphi$ était le même angle donné de frottement qui s'appelle $\Phi$ dans (15). Cette valeur de $k$ représentera le rapport de la composante normale de la poussée du massif à la pression d'un fluide qui aurait sa densité et qui s'élèverait à la même hauteur que lui contre la paroi. J'ai reconnu qu'elle est d'accord, au degré même de l'approximation que comportent les observations les plus soignées, avec les expériences récentes de M. G. Darwin et de M. Gobin [1], ainsi qu'avec celles, déjà anciennes, du colonel Audé.

» Il suffira d'ailleurs : 1° de multiplier la composante normale de la poussée par la tangente de l'angle de frottement donné pour obtenir la composante tangentielle, dirigée vers le bas, de la même poussée; 2° d'ap-

---

[1] *Voir*, sur ces expériences, deux Notes insérées aux *Annales des Ponts et Chaussées*; novembre 1883, p. 494 et 510.

pliquer la formule (11) à chacun des deux massifs hétérogènes entre lesquels se trouve compris le massif homogène proposé, pour avoir, en prenant finalement la demi-somme des deux résultats, l'angle moyen $\alpha$ de la surface de rupture avec la verticale. C'est ce que confirment d'autres expériences de M. Gobin. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle.* Note de M. H. **Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Dans l'application de sa méthode générale pour l'étude des mouvements des corps célestes, M. Gyldén a été conduit à une équation de la forme suivante :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \varphi_0 + x\varphi_1 + x^2\varphi_2 + \ldots + x^m\varphi_m + \ldots, \tag{1}$$

où les $\varphi$ sont des séries trigonométriques. MM. Gyldén et Lindstedt ont donné des procédés d'intégration de cette équation par approximations successives. Cette circonstance peut donner quelque intérêt à l'étude de cette équation différentielle.

» Je supposerai, pour fixer les idées, que le terme tout connu $\varphi_0$ est identiquement nul, et que les autres $\varphi$ ne dépendent que d'un seul argument, par exemple que ces fonctions soient développées suivant les cosinus et les sinus des multiples de $t$, de façon à admettre la période $2\pi$.

» Posons

$$y = \frac{dx}{dt}, \quad \frac{dy}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = x\varphi_1 + x^2\varphi_2 + \ldots.$$

» Soit maintenant F une fonction de $x$, de $y$ et de $t$,

$$F = F_2 + F_3 + F_4 + \ldots, \tag{2}$$

où $F_m$ est un polynôme homogène de degré $m$ en $x$ et $y$, ayant pour coefficients des fonctions périodiques de $t$ de période $2\pi$. Soit ensuite

$$\frac{dF}{dt} = \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\partial F}{\partial x}y + \frac{\partial F}{\partial y}\frac{dy}{dt} = \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4 + \ldots, \tag{3}$$

où $\Phi_m$ est un polynôme homogène de degré $m$ en $x$ et $y$, ayant pour coefficients des fonctions périodiques de $t$. Nous allons chercher à déterminer les $m$ premiers termes de la série (2), de façon que les $m$ premiers termes de la série (3) soient identiquement nuls. On est conduit à l'équation sui-

vante, qui définit $F_m$ quand on connaît $F_2, F_3, \ldots, F_{m-1}$ :

$$(4) \qquad \frac{\partial F_m}{\partial t} + \frac{\partial F_m}{\partial x} y + \frac{\partial F_m}{\partial y} x\varphi_1 + \sum \frac{\partial F_p}{\partial y} x^{m-p+1} \varphi_{m-p+1},$$

où $p$ varie sous le signe $\Sigma$ depuis 2 jusqu'à $m-1$.

» Il semble, au premier abord, que l'intégration de cette équation introduira des termes séculaires dans l'expression de $F_m$. Il n'en est rien. Les termes séculaires sont tous nuls.

» Il en résulte qu'il existe toujours une série de la forme (2) qui satisfait *formellement* à l'équation $\frac{dF}{dt} = 0$; mais, comme cette série n'est pas convergente, en général, on pourrait croire que l'on ne peut tirer aucune conclusion de l'existence de cette série.

» Ce serait une erreur, et, pour le faire comprendre, je vais ajouter au second membre de l'équation (1) un terme

$$\psi x^p y^q,$$

de façon que cette équation devienne

$$(1 \textit{ bis}) \qquad \frac{d^2x}{dt^2} = x\varphi_1 + x^2\varphi_2 + \ldots + x^m\varphi_m + \ldots + \psi x^p \left(\frac{dx}{dt}\right)^q,$$

$\psi$ étant une fonction périodique de $t$ de période $2\pi$. Cherchons ensuite à former une série

$$F = F_2 + F_3 + \ldots + F_m + \ldots$$

qui satisfasse formellement à l'équation $\frac{dF}{dt} = 0$. On verrait, dans l'un des termes $F_m$ de cette série, la variable $t$ sortir des signes trigonométriques. On en conclurait l'existence d'une fonction $f(x, y, t)$ jouissant des propriétés suivantes :

» 1° C'est un polynôme entier en $x$ et $y$, dont les coefficients sont des fonctions périodiques de $t$ de période $2\pi$.

» 2° Quand $f$ est très petit, $x$ et $y$ sont très petits et réciproquement, quand $x$ et $y$ sont très petits, $f$ est très petit.

» 3° Quand $f$ est inférieur à une certaine limite $f_0$, sa dérivée totale $\frac{df}{dt}$ est toujours de même signe, par exemple positive.

» Il en résulte que, si la valeur initiale de $f$ est inférieure à $f_0$, $f$ ira en croissant jusqu'à ce qu'il ait atteint et dépassé la valeur $f_0$, et, après avoir franchi cette limite, il ne pourra jamais redevenir inférieur à $f_0$. En d'autres

termes, si $x$ et $y$ sont originairement très petits, non seulement ils ne resteront pas très petits, mais ils ne pourront jamais le redevenir après avoir cessé de l'être.

» *Tel est le cas général*, et, dans le cas particulier où nous nous étions placé d'abord, la disparition des termes séculaires prouve précisément l'impossibilité de trouver une fonction $f$ dont la dérivée totale $\frac{df}{dt}$ soit toujours de même signe quand $x$ et $y$ sont suffisamment petits.

» Il résulte de là et de considérations que je ne puis développer ici que les quantités $x$ et $y$ pourront cesser d'être très petites, *mais pour le redevenir ensuite*. Il y a exception, toutefois, quand un certain nombre est commensurable.

» Dans le cas où la série (2) serait convergente, $x$ et $y$ resteraient toujours très petits. »

ÉLECTRICITÉ. — *Distribution du potentiel dans une plaque rectangulaire, traversée par un courant électrique dont le régime est permanent.* Note de **M. A. Chervet.**

« Lemme. — *Soit la série*

$$\Phi(x, y) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} \log \frac{e^{\pi\frac{y+2nb}{a}} + e^{-\pi\frac{y+2nb}{a}} + 2\cos\pi\frac{x}{a}}{e^{\pi\frac{y+2nb}{a}} + e^{-\pi\frac{y+2nb}{a}} + 2\cos\pi\frac{x}{a}},$$

*dans laquelle $n$ est un nombre entier qui varie depuis $-\infty$ jusqu'à $+\infty$.*

» C'est une fonction de deux variables, paire par rapport à chacune d'elles, à deux groupes de périodes $(0, 2b)$ et $(2a, 0)$, c'est-à-dire que l'on a

$$\begin{aligned}
\Phi(x, y) &= \Phi(-x, y) = \Phi(x, -y) = \Phi(-x, -y),\\
\Phi(x, y) &= \Phi(x+0, y+2b) = \Phi(x+2a, y+0),\\
\Phi(x, y) &= \Phi(2a-x, y) = \Phi(x, 2b-y).
\end{aligned}$$

» Les courbes définies par l'équation $\Phi(x, y) = \text{const.}$ couperont orthogonalement les quatre côtés du rectangle $x=0$, $x=a$, $y=0$, $y=b$. S le point $(x, y)$ se déplace à l'intérieur de ce rectangle, la série est positive pour $x < \frac{a}{2}$, nulle pour $x = \frac{a}{2}$, négative pour $x > \frac{a}{2}$. Sa valeur est $+\infty$ pour $x=0$, $y=0$; elle est égale à $-\infty$ pour $x=a$, $y=0$.

» On peut ramener cette fonction à des fonctions connues :

$$\Phi(x, y) = \log \frac{\theta_2(x+yi)\,\theta_2(x-yi)}{\theta_1(x+yi)\,\theta_1(x-yi)};$$

les fonctions $\theta_2$ et $\theta_1$ étant définies par les équations (28) (page 314 de la *Théorie des fonctions elliptiques* de MM. Briot et Bouquet, 2e édition).

» On fera, dans ces équations, $q = e^{\pi\frac{\omega' i}{\omega}}$, $\omega = 2a$, $\omega' = 2bi$; $i$ désignant $\sqrt{-1}$.

» La fonction $\Phi$ satisfait à l'équation différentielle

$$\frac{d^2\Phi}{dx^2} + \frac{d^2\Phi}{dy^2} = 0.$$

» I. *Plaque rectangulaire limitée par les droites* $x = 0$, $x = a$, $y = 0$, $y = +\infty$. *Deux électrodes circulaires, de très petit rayon* $\rho$, *sont : l'une, au potentiel* $+V_0$, *au point* $x = 0$, $y = 0$; *l'autre, au potentiel* $-V_0$, *au point* $x = a$, $y = 0$. — Le potentiel en chaque point $x$, $y$ de la plaque sera donné par l'équation

$$\frac{V}{V_0} = \frac{\log \dfrac{e^{\pi\frac{y}{a}} + e^{-\pi\frac{y}{a}} + 2\cos\pi\dfrac{x}{a}}{e^{\pi\frac{y}{a}} + e^{-\pi\frac{y}{a}} + 2\cos\pi\dfrac{x}{a}}}{2\log\dfrac{2a}{\pi\rho}}.$$

(Voir *Comptes rendus*, 24 septembre 1883.)

» II. *Plaque rectangulaire limitée par les droites :* $x = 0$, $x = a$, $y = 0$, $y = b$. *Deux électrodes circulaires de très petit rayon* $\rho$, *sont : l'une, au potentiel* $+V_0$, *au point* $x = 0$, $y = 0$; *l'autre, au potentiel* $-V_0$, *au point* $x = a$, $y = 0$. — Il résulte des propriétés de la fonction $\Phi$ que le potentiel en un point $(x, y)$ du rectangle sera

$$V = A\Phi(x, y).$$

» Pour déterminer la constante A, on écrit qu'au point $x = \rho$, $y = 0$, le potentiel est égal à $V_0$. Pour ces valeurs particulières des variables, le terme de la série qui correspond à $n = 0$ devient $2\log\frac{2a}{\pi\rho}$, et par rapport à ce terme on peut négliger tous les autres.

» Alors

$$\frac{V}{V_0} = \frac{\Phi(x, y)}{2\log\frac{2a}{\pi\rho}}.$$

» III. *Les deux électrodes sont : l'une, au potentiel* $+V_0$, *au point* $(\alpha, \beta)$; *l'autre, au potentiel* $-V_0$, *au point* $(a-\alpha, \beta)$; $\alpha$ *est* $< a$, *et* $\beta$ *est* $< b$. — La formule

$$V = A[\Phi(x-\alpha, y-\beta) + \Phi(x-\alpha, y+\beta) + \Phi(x+\alpha, y-\beta) + \Phi(x+\alpha, y+\beta)],$$

que j'écrirai, pour abréger,

$$V = A.\Phi(x \pm \alpha, y \pm \beta),$$

donne l'expression du potentiel en chaque point $(x, y)$.

» Si l'on fait $x = \alpha + \rho$, $y = \beta$, on doit avoir $V = V_0$, ce qui détermine la constante

$$A = \frac{V_0}{2\log\frac{2a}{\pi\rho}}.$$

» IV. *Plaque rectangulaire limitée par* $x = 0$, $x = a$, $y = 0$, $y = b$. *Plusieurs électrodes circulaires, de très petit rayon* $\rho$, *à des potentiels différents*, $+V_0$, $+V'_0$, $+V''_0$, $+\ldots$, *sont disposées aux points* $(\alpha, \beta)$, $(\alpha', \beta')$, $(\alpha'', \beta'')$, ..., *et les électrodes négatives, aux potentiels* $-V_0$, $-V'_0$, $-V''_0$, ..., *sont aux points* $(a-\alpha, \beta)$, $(a-\alpha', \beta')$, $(a-\alpha'', \beta'')$, *etc.*; $\alpha$, $\alpha'$, $\alpha''$ *sont plus petits que* $a$; $\beta$, $\beta'$, $\beta''$ *sont plus petits que* $b$. — Le potentiel au point $(x, y)$ sera donné par l'équation

$$V = \frac{V_0\Phi(x \pm \alpha, y \pm \beta) + V'_0\Phi(x \pm \alpha', y \pm \beta') + V''_0\Phi(x \pm \alpha'', y \pm \beta'') + \ldots}{2\log\frac{2a}{\pi\rho}} \quad »$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le phénomène du* transport des ions *et sa relation avec la conductibilité des dissolutions salines*. Note de M. E. BOUTY, présentée par M. Jamin.

« Dans deux Notes antérieures [1], j'ai étudié la conductibilité électrique d'un grand nombre de sels neutres, anhydres ou hydratés, en dissolution très étendue, et j'ai démontré qu'ils possèdent tous la même conductibilité à équivalents égaux. L'électrolyse de tous ces sels présente un caractère commun, qu'il importe de mettre en évidence, pour se rendre compte

[1] *Voir* p. 140 et 362 de ce Volume.

de la signification de la loi que j'ai énoncée et des exceptions qu'elle comporte.

» Je rappellerai d'abord en quoi consiste le phénomène bien connu du *transport des ions*. Considérons un voltamètre dont les électrodes sont très écartées et dont la construction est telle qu'on peut, après l'électrolyse, séparer les liquides qui baignent le pôle positif et le pôle négatif, pour en faire l'analyse. Quand le voltamètre contient, par exemple, une dissolution de sulfate de potasse, on trouve que la liqueur s'est également appauvrie aux deux pôles, de telle sorte que si le voltamètre a été divisé en deux moitiés égales, et si un équivalent de sel a été décomposé, il manque un demi-équivalent de sulfate de potasse de part et d'autre : à la place, on trouve un équivalent d'acide sulfurique autour du pôle positif et un équivalent de potasse libre au pôle négatif. Je désignerai une électrolyse de cette espèce sous le nom d'*électrolyse normale*.

» Si, au contraire, le voltamètre contient une dissolution de nitrate de soude, on trouve que la liqueur s'appauvrit progressivement autour du pôle négatif, et, quand un équivalent de sel a été décomposé, la perte de concentration au pôle négatif correspond à 0,614 d'équivalent, et au pôle positif à 0,386 seulement. Hittorf [1], qui s'est particulièrement occupé de ces phénomènes, désigne ces nombres sous le nom de *nombres de transport* (*Ueberführungzahlen*) : il indique leur valeur pour un grand nombre de sels dissous à divers états de concentration, et, en particulier, pour la plupart des sels anhydres ou hydratés étudiés dans ma première Note.

» Il serait trop long de transcrire ici tous les résultats de Hittorf. Il suffira d'indiquer que pour les sels anhydres ($AzH^4Cl$; $KCl$; $KO, SO^3$; $KO, AzO^5$; $KO, CrO^3$; etc.) l'électrolyse est très sensiblement normale, même dans les liqueurs concentrées. Les nombres de transport s'écartent à peine [2] de la valeur 0,5 pour des concentrations voisines de $\frac{1}{200}$, et leur concordance, presque rigoureuse, deviendrait sans doute absolue pour les concentrations de $\frac{1}{1000}$ et $\frac{1}{4000}$ que j'ai employées.

» Pour les sels hydratés (ou contractant avec l'eau des combinaisons définies), nous avons vu que la résistance spécifique est en général beaucoup

---

(1) Hittorf, *Pogg. Ann.*, LXXXIX, p. 177; XCVIII, p. 1; CVI, p. 337 et 513; 1853 à 1879.

(2) Les valeurs extrêmes sont 0,565 et 0,462 pour le pôle négatif. La moyenne générale est, pour le même pôle, 0,501.

plus grande que ne le prévoit la loi des équivalents pour les liqueurs de concentration moyenne; mais que cette loi s'approche d'autant plus d'être vérifiée que les dissolutions sont plus étendues. Il résulte des Tableaux de Hittorf que ces sels donnent des nombres de transport très différents de 0,5, mais qui se rapprochent de ce nombre à mesure que la dilution augmente. Dans le Tableau suivant, S représente le nombre de grammes d'eau unis à 1gr de sel, $n$ le nombre qui exprime la perte de sel au pôle négatif par équivalent de sel décomposé :

| Nature du sel. | S. | $n$. |
|---|---|---|
| CaCl | 1,6974 | 0,780 |
| | 2,0683 | 0,771 |
| | 2,3608 | 0,765 |
| | 2,739 | 0,749 |
| | 3,9494 | 0,727 |
| | 20,918 | 0,683 |
| | 138,26 | 0,673 |
| ZnO, $SO^3$ | 2,5244 | 0,778 |
| | 4,0518 | 0,760 |
| | 267,16 | 0,636 |
| MgO, $SO^3$ | 5,2796 | 0,762 |
| | 209,58 | 0,656 |

» Ces électrolyses sont donc anormales, mais s'approchent de plus en plus de devenir normales à mesure qu'on emploie des dissolutions plus étendues.

» On doit conclure de ces rapprochements que *la loi des équivalents caractérise les électrolyses normales*, c'est-à-dire telles que l'électrolyse ne modifie pas la concentration relative de la dissolution autour des électrodes. Si, comme je le crois, les éléments du sel entraînent mécaniquement de l'eau, ils en entraînent des quantités égales vers les deux pôles. Il reste à savoir ce qui arrive dans le cas où l'électrolyse n'est pas normale et ne tend pas à le devenir quand la dilution augmente. En examinant les Tableaux de Hittorf, j'ai trouvé quelques cas de cette espèce, nettement caractérisés. Ainsi, pour le nitrate de soude, on a :

| Nature du sel. | S. | $n$. |
|---|---|---|
| NaO, $AzO^5$ | 2,0664 | 0,588 |
| | 2,994 | 0,600 |
| | 34,756-128,71 | 0,614 |

Le nombre $n$ varie peu avec la dilution et paraît plutôt s'écarter de la

valeur normale 0,5 à mesure que la dilution augmente. La comparaison de la résistance de dissolutions de nitrate de soude à des dissolutions de chlorure de potassium de même concentration m'a fourni les résultats suivants :

| Concentration. | Rapport des résistances. | Rapport des équivalents. |
|---|---|---|
| $\frac{1}{200}$ .................. | 1,489 | 1,141 |
| $\frac{1}{1000}$ .................. | 1,476 | |

» La résistance spécifique varie à peine avec la dilution. Elle est à peu près égale à 1,3 fois sa valeur théorique.

» Les seules substances appartenant à la catégorie des sels neutres qui m'aient offert les phénomènes du nitrate de soude sont :

» Les sels de lithine;

» Le chlorure de sodium;

» Les nitrates de baryte et de chaux;

» Les iodures de sodium et de calcium.

» Pour ces divers sels, l'électrolyse est anormale d'après les recherches de Hittorf et celles de M. Kuschel [1], et l'écart que je constate par rapport à la loi des équivalents est d'autant plus grand que le nombre $n$ s'écarte lui-même davantage de la valeur normale 0,5.

» Il faut sans doute considérer les sels en question comme entraînant une certaine quantité d'eau *combinée*, en outre de celle qui est *entraînée mécaniquement*. Cette eau, transportée *en excès* vers le pôle négatif, correspond à l'accroissement de résistance que l'expérience nous révèle [2]. »

ÉLECTRICITÉ. — *Résistance des charbons à lumière employés dans les phares électriques.* Note de M. F. **Lucas**, présentée par M. Cornu.

« Les charbons ou crayons cylindriques employés en France pour la production des arcs voltaïques des phares sont fabriqués par M. Carré; on donne $0^{m},016$ de diamètre aux crayons destinés à produire la lumière ordinaire, dite *lumière simple*, et $0^{m},024$ aux crayons destinés à produire exceptionnellement, lorsque l'atmosphère est très embrumée, une lumière plus intense, dite *lumière double*.

---

[1] Kuschel, *Wied. Ann.*, t. XIII, p. 289; 1881.

[2] Ce travail a été exécuté au Laboratoire de recherches physiques de la Faculté des Sciences.

» La résistance à froid (c'est-à-dire à la température ordinaire d'environ 15° C.) des crayons Carré est, en moyenne, d'après un grand nombre de mesures prises au pont de Wheatstone, de 70 ohms par millimètre carré de section et par mètre de longueur; mais les écarts au-dessus et au-dessous de cette moyenne sont assez considérables d'un crayon à un autre, car ils peuvent atteindre 25 et 30 pour 100.

» On sait que la résistance de ces charbons diminue à mesure que la température augmente; cette résistance doit, par conséquent, diminuer à mesure que l'on fait passer dans le crayon des courants électriques de plus en plus intenses, et notamment des courants alternatifs créés par les machines magnéto-électriques que l'on emploie pour le service des phares. Il est intéressant de savoir comment la résistance du charbon varie avec l'intensité du courant électrique; j'ai réalisé, dans ce but, des expériences dont je vais indiquer les résultats.

» Le crayon soumis à ces essais avait $0^{m},016$ de diamètre et $0^{m},40$ de longueur libre entre les deux douilles de cuivre qui entouraient ses deux extrémités; sa résistance à la température de 15° C. avait pour valeur

$$y_0 = 0^{\text{ohm}},152. \tag{1}$$

» On faisait entrer ce crayon dans le circuit extérieur d'une machine Meritens, en lui adjoignant une longueur connue de gros câbles de cuivre dont la résistance était mesurée d'avance. Pour obtenir des courants d'intensités diverses, on pouvait faire varier la vitesse de rotation de l'induit, le mode d'attelage des bobines et la longueur des câbles de cuivre.

» Dans chaque expérience, l'intensité I du courant était mesurée au moyen de l'électrodynamomètre; le nombre $n$ des tours que l'induit faisait par minute était indiqué par un compteur. Pour calculer la résistance totale R du circuit extérieur, on avait recours à la formule

$$R = \frac{a + \alpha n}{I} - (r + b + \beta n), \tag{2}$$

que j'ai indiquée dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 17 mars dernier. Les paramètres $a$, $\alpha$, $r$, $b$ et $\beta$ étaient numériquement connus pour chaque mode d'attelage des bobines de la machine magnéto-électrique.

» En déduisant de R la résistance connue des câbles de cuivre, on obtenait la résistance $y$ du crayon correspondant au courant d'intensité I. Les

résultats obtenus m'ont conduit à la formule empirique

$$(3)\qquad y = y_0\left(1 - \frac{I}{25^{\text{amp}} + 1{,}2I}\right);$$

l'intensité I ayant varié, dans les expériences, depuis 50 jusqu'à 142 ampères; le coefficient de $y_0$ a diminué depuis $\frac{1}{3}$ jusqu'à $\frac{1}{4}$. En prenant I pour abscisse et $y$ pour ordonnée, on obtient une branche d'hyperbole ayant une asymptote horizontale.

» Pour chaque intensité I, le crayon prenait une température T, fonction de cette intensité. En faisant tomber sur la surface du crayon des parcelles de divers alliages ou corps simples, à points de fusion connus et s'échelonnant depuis 94° C. (métal de Darcet) jusqu'à environ 900° (bronze), je pouvais déterminer deux valeurs assez voisines entre lesquelles était comprise la température T. J'ai trouvé ainsi 400° pour 50 ampères, 450° pour 60 ampères, 550° pour 75 ampères, 700° (rouge sombre) pour 100 ampères et 850° (rouge cerise) pour 140 ampères. Ces résultats conduisent à la formule empirique

$$(4)\qquad T - 15^\circ = \frac{I}{0^{\text{amp}},112 + 0{,}0004I}.$$

» En éliminant T entre (3) et (4), on trouve

$$(5)\qquad y = y_0\,\frac{1 + 0{,}0005(T - 15)}{1 + 0{,}005(T - 15)},$$

qui s'applique pour des valeurs de T comprises entre 400° C. et 900° C.

» Désignons par

$$(6)\qquad \Theta = T - 15^\circ$$

l'excès de température du crayon sur l'air ambiant. Le nombre K de calories dégagées par seconde, dans les expériences précédentes, avait pour valeur

$$(7)\qquad K = \frac{yI^2}{4154} = \frac{0{,}0477\Theta^2 + 0{,}000024\Theta^3}{104000 + 434\Theta - 0{,}397\Theta^2 + 0{,}000083\Theta^3}.$$

» La surface de refroidissement, pour un cylindre de $0^{\text{m}},016$ de diamètre et de $0^{\text{m}},400$ de longueur, étant approximativement de $20\,000^{\text{mmq}}$, il suffirait de diviser K par 20 000 pour obtenir la fraction de calorie dégagée, pour chaque valeur de $\Theta$, par millimètre carré de surface du crayon. Cette formule (7) s'applique, comme les précédentes, à des valeurs de $\Theta$ comprises entre 400 et 900° C. »

ÉLASTICITÉ. — *Sur la vérification des lois des vibrations transversales des verges élastiques*. Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Cornu.

« En reprenant mes recherches sur les récepteurs radiophoniques, j'ai été conduit à chercher une formule pratique permettant de calculer *a priori* les dimensions d'une lame élastique en forme de rectangle allongé de faible épaisseur vibrant transversalement, lorsqu'on se donne d'avance la hauteur du son qu'elle doit produire.

» La solution de ce problème exige nécessairement l'enregistrement chronographique des vibrations des lames étudiées, opération difficile quand on emploie pour les produire les moyens ordinaires, le choc ou le frottement d'un archet. En opérant sur des lames de substances magnétiques comme le fer et l'acier, je suis parvenu à entretenir électriquement leurs vibrations par une méthode identique à celle que j'ai indiquée en 1873 pour les diapasons.

» Lorsqu'une ou les deux extrémités de la lame sont encastrées solidement, cela est facile; mais cela paraît moins aisé dans le cas que j'avais particulièrement en vue, celui des lames dont les extrémités devaient être libres, comme dans l'instrument connu sous le nom d'*harmonica*. On y parvient de la manière suivante.

» On pose la lame sur deux cordons tendus sur des supports en bois ou en plomb, à peu près aux points où la théorie indique qu'il peut se développer deux nœuds, c'est-à-dire vers les 0,22 de la longueur, à partir des extrémités. Un électro-aimant est placé au-dessous du centre de la lame : l'un des bouts de son hélice est relié à un point de l'une des lignes formant les nœuds; l'autre à une plaque de platine mobile à l'aide d'une vis *au-dessous* d'un style fixé à l'une des extrémités de la lame élastique ; dans ce circuit sont intercalés une pile et un très petit électro-aimant enregistreur à armature très légère armée d'un style, et dont la résistance est à peu près égale à celle de l'électro-aimant placé au-dessous de la lame. Le style de l'électro-aimant enregistreur est placé à côté de celui d'un électro-diapason d'environ 100 vibrations doubles, en face du cylindre d'un chronographe.

» Il suffit de mettre en contact, à l'aide de la vis, la plaque de platine avec le style de la lame pour que celle-ci vibre d'une manière continue, ainsi que l'armature de l'électro-aimant enregistreur convenablement réglée à l'aide d'un ressort de rappel; il est aisé de s'assurer, d'ailleurs, que la lame et l'armature vibrent synchroniquement.

» Avec des lames ayant jusqu'à 4$^{mm}$ d'épaisseur, on a de bons résultats avec une pile de 2$^{él}$ ou 3$^{él}$ au bichromate de potasse.

» On obtient ainsi des graphiques parfaitement nets, dont la lecture met en évidence les relations suivantes :

» I. Variation de la largeur de la lame. — *Lame d'acier de 299$^{mm}$ de longueur et de 4$^{mm}$ d'épaisseur.* — On a fait varier la largeur de 80$^{mm}$ à 60$^{mm}$ et à 20$^{mm}$, les autres dimensions restant constantes. On a trouvé :

| | mm | mm | mm |
|---|---|---|---|
| Largeur de la lame.................... | 80,00 | 57,00 | 20,00 |
| Nombre de périodes (vibrations doubles).. | 245,85 | 246,50 | 245,23 |

» D'où cette conclusion évidente :

» *Le nombre de vibrations d'une lame élastique* (définie comme ci-dessus) *est indépendant de sa largeur.*

» II. Variation de l'épaisseur. — *Lame d'acier de 299$^{mm}$ de longueur et de 20$^{mm}$ de largeur.* — On a réduit successivement à la machine à raboter l'épaisseur de la lame de 4$^{mm}$ à 3$^{mm}$,1, à 2$^{mm}$,1 et à 1$^{mm}$,5. La mesure des épaisseurs a été faite en plusieurs points de la lame avec un compas d'épaisseur : elle a été comparée à celle qu'on déduit du poids de la lame, de sa densité, de sa longueur et de sa largeur ; la concordance a eu lieu à 0$^{mm}$,1 près.

» On a trouvé ainsi :

| | mm | mm | mm | mm |
|---|---|---|---|---|
| Épaisseurs de la lame ($e$)...... | 4,00 | 3,1 | 2,1 | 1,5 |
| Nombre de périodes ($n$)....... | 239,00 | 181,24 | 123,48 | 92,09 |
| Rapport des épaisseurs......... | » | 1,29 | 1,90 | 2,66 |
| Rapport des nombres $n$....... | » | 1,32 | 1,94 | 2,60 |

» L'accord entre les deux dernières lignes est suffisant, eu égard à la difficulté de mesurer avec précision les épaisseurs, pour qu'on puisse conclure que *le nombre des vibrations d'une lame élastique est proportionnel à son épaisseur* (plus généralement à la dimension suivant laquelle s'effectuent les vibrations).

» III. Variation de la longueur. — La lame précédente a été successivement réduite de 299$^{mm}$ à 249$^{mm}$,5, à 199$^{mm}$,5 et à 149$^{mm}$,0. On a trouvé :

| | mm | mm | mm | mm |
|---|---|---|---|---|
| Longueurs de la lame........ | 299,00 | 249,50 | 199,50 | 149,00 |
| Nombre de périodes ($n$)..... | 92,09 | 133,03 | 207,71 | 368,25 |
| Rapport inverse des carrés des longueurs............... | » | 1,436 | 2,245 | 4,03 |
| Rapport des nombres $n$...... | » | 1,444 | 2,255 | 4,00 |

» Les différences entre ces lignes de rapports mettent en évidence des erreurs relatives variant de 0,004 à 0,006 seulement.

» On peut donc en conclure que *le nombre des vibrations d'une lame élastique est en raison inverse du carré de sa longueur.*

» Il résulte de ces expériences que le nombre $n$ des vibrations d'une lame élastique libre de longueur $l$, de largeur $l'$, d'épaisseur $e$, donnant le son fondamental, peut être représenté par la formule

$$n = K \frac{e}{l^2}, \tag{1}$$

K étant un coefficient indépendant de $l'$. C'est bien la formule connue résultant de la théorie de l'élasticité.

» Dans une prochaine Communication je m'en occuperai au point de vue de la détermination pratique du coefficient K.

THERMOCHIMIE. — *Théorie générale de la dissociation.* Note de M. **Isambert**, présentée par M. Debray.

« Les lois générales qui règlent la dissociation, et que j'ai indiquées dans une Note précédente, peuvent s'établir avec toute leur généralité en partant des données générales que fournit la Théorie mécanique de la chaleur.

» En effet, soient Q la variation de chaleur qui correspond à un changement dans l'état d'un corps à la température constante $t$, E représentant l'équivalent mécanique de la chaleur; QE est la variation d'énergie qui constitue le phénomène thermique. On a $QE = U + S$; U représente la variation d'énergie interne, S la variation d'énergie extérieure; si l'état du corps ne change pas, $Q = 0$ ou $U + S = 0$. A une température différente T, on aurait de même $U' + S' = 0$, U' et S' étant les nouvelles valeurs de U et S. En combinant ces deux relations, on a $U' - U + S' - S = 0$.

» En chauffant, par exemple, de $t$ à T un corps capable de se dissocier en donnant naissance à une ou plusieurs substances gazeuses, on détermine une variation $U' - U$ de l'énergie intérieure. En même temps la pression passant de $h$ à H, tensions maxima des gaz aux températures $t$ et T, l'équilibre sera obtenu, et le corps restera dans le même état si

$$U' - U + S' - S = 0.$$

Or la variation de l'énergie intérieure $U' - U$ est donnée par la différence

des chaleurs de combinaison $E(Q_T - Q_t)$; $S' - S$ est égale à la différence $\mathfrak{T}_H^0 - \mathfrak{T}_h^0$, c'est-à-dire par le travail de compression de $h$ à H, $\mathfrak{T}_H^h$.

» La relation générale sera alors $Q_T - Q_t + A\mathfrak{T}_H^h = 0$, A représentant l'inverse de l'équivalent mécanique de la chaleur ou $\frac{1}{E}$. La différence $U' - U$ étant négative, l'énergie interne du gaz a diminué; il faut, pour rétablir l'équilibre, produire un travail extérieur positif dont la valeur absolue soit égale à $U' - U$.

» La différence d'énergie intérieure peut se représenter encore par une autre expression : on a, comme l'a montré M. Berthelot,

$$Q_T - Q_t = p(c' - c)(T - t),$$

en appelant $p$ le poids total, $c'$ et $c$ les chaleurs spécifiques moyennes du composé et de ses éléments. La relation générale qui lie entre elles les quantités H, $h$, T, $t$ est donc $A\mathfrak{T}_H^h = p(c - c')(T - t)$.

» Cette relation s'applique à toutes les questions de dissociation, de vaporisation, de tensions, de transformations isomériques, comme celle de la transformation du paracyanogène, etc. Dans tous les cas où il y a production d'un gaz ou d'une vapeur, si l'on n'arrive pas à une exactitude absolue, du moins on ne commettra pas une grande erreur en évaluant le travail comme si le gaz était un gaz parfait; en appelant V l'augmentation du volume produite par la transformation à la température T,

$$\mathfrak{T}_H^h = VH\,\mathcal{L}\frac{H}{h},$$

et, comme $V = V_0(1 + \alpha T)$, on aura, en passant aux logarithmes ordinaires,

$$\log\frac{H}{h} = k(c - c')\frac{T - t}{1 + \alpha T}.$$

» Cette expression, pour une même valeur de la différence $T - t$, montre que le logarithme du rapport $\frac{H}{h}$ est proportionnel à la différence des chaleurs spécifiques moyennes $c - c'$, inversement proportionnel à $\frac{1}{\alpha} + T$, qu'on appelle souvent la *température absolue*. La chaleur de combinaison n'entre pas d'une manière directe dans l'expression de $\log\frac{H}{h}$, mais l'expérience nous apprend que les valeurs de T qui correspondent à une même valeur de $h$ sont d'autant plus grandes que T est plus grand :

en outre, le coefficient $c - c'$ peut dépendre d'une façon inconnue de cette même quantité.

» Dans cette expression nous supposons que $S' - S$, qui représente la variation du travail extérieur, ne porte que sur les produits de la décomposition ou de la transformation en gaz. Il pourrait arriver que le corps lui-même produisît également un travail appréciable, ainsi que cela arrive dans l'étude de la dissolution du gaz. De même, le travail peut résulter de la compression de deux gaz différents, produits dans une même décomposition. Tous ces travaux devront être évalués avec leurs signes pour donner la différence $S' - S$.

» Enfin, dans certains cas, les variations de $c - c'$, qui sont le plus souvent assez peu importantes pour permettre de regarder la différence $c - c'$ comme constante dans un intervalle de température assez étendu, pourront devenir assez notables pour nécessiter une correction. C'est ce qui arrive, par exemple, si l'on cherche à vérifier la formule par comparaison avec l'expérience pour le chlorure d'argent ammoniacal $AgCl, 3AzH^3$, qui provient de la combinaison de $2AgCl, 3AzH^3$ avec $3AzH^3$. La tension de dissociation du composé ammoniacal inférieur étant assez sensible déjà quand on étudie la dissociation du composé saturé, l'expression $U' - U$ devient alors $U' - U + U'_1 - U_1$. La comparaison des résultats de l'expérience avec ceux du calcul nécessitera donc, dans certains cas, une étude plus attentive des détails de l'expérience. Ces conditions étant satisfaites, l'accord entre les résultats de l'expérience et ceux du calcul est aussi complet que possible. »

CHIMIE. — *Sur la mesure de la tension de dissociation de l'iodure de mercure.* Note de M. L. Troost, présentée par M. Debray.

« Pour rendre évident le phénomène de la dissociation d'un composé gazeux, H. Sainte-Claire Deville mettait à profit la coloration violette de la vapeur d'iode.

» En chauffant, sur un fort bec de gaz, un ballon de verre contenant de l'iodure de mercure, il déterminait la fusion, puis la vaporisation de ce corps, qui fournit une vapeur absolument incolore. La température continuant à s'élever, la vapeur incolore se dissociait en vapeur de mercure et en vapeur d'iode, et la *coloration violette* de l'atmosphère du ballon devenait d'autant plus intense que la dissociation était plus avancée.

» En laissant ensuite la température s'abaisser, on voyait cette colora-

tion diminuer peu à peu, puis disparaître complètement, la vapeur d'iode et la vapeur de mercure se recombinant, pour former la vapeur incolore d'iodure de mercure, qui se condense en cristaux jaunes passant au rouge dans les conditions connues.

» Cette expérience, qui démontre d'une manière si nette la décomposition partielle de ce composé, ne permet pas d'en conclure sa tension de dissociation.

» La détermination de la température d'ébullition du sélénium m'ayant fourni un point fixe, où l'iodure de mercure a une tension de dissociation notable, j'ai pu calculer cette tension pour la température de 665°.

» L'iodure de mercure est chauffé à cette température, dans un ballon de verre très siliceux et très peu fusible, dont le col a été étiré. Ce ballon était préalablement rempli d'azote et taré.

» On en ferme au chalumeau la pointe effilée, lorsque la température a été maintenue quelque temps constante. Des expériences préliminaires, de durée différente, indiquent le temps minimum nécessaire pour que la tension de dissociation du composé se soit établie [1].

» On note la pression à laquelle le ballon a été fermé; cette pression est égale à la somme de la force élastique du gaz composé (iodure de mercure) non dissocié à la température de l'expérience et des forces élastiques de chacun des gaz composants (vapeur d'iode et vapeur de mercure) qui, devenus libres, limitaient la dissociation.

» On laisse refroidir lentement le ballon; l'iode et le mercure, qui avaient été mis en liberté par l'élévation de température, se recombinent, de sorte que, après le refroidissement, l'iodure de mercure dissocié s'est reconstitué. On pèse le ballon fermé et, en ajoutant à son augmentation de poids le poids de l'azote qui le remplissait au moment de la première pesée et qui en a été chassé pendant l'expérience, on a le poids de l'iodure de mercure contenu dans le ballon, dont on connaît la capacité.

» Ces données permettent de calculer la tension de dissociation de l'iodure de mercure. En effet, en écrivant que ce poids est égal à la somme des poids de la vapeur d'iodure de mercure qui existait encore à la température de l'expérience et des vapeurs d'iode et de mercure qui, devenues libres, limitaient la dissociation, on a une première équation dans laquelle entrent,

---

[1] Il ne faut pas d'ailleurs prolonger, outre mesure, la durée de l'expérience, car il s'établirait une diffusion inégale de la vapeur d'iode et de la vapeur de mercure qui altérerait les résultats.

avec la capacité du ballon, à la température de 665°, les densités connues des deux composants et du composé, ainsi que les forces élastiques inconnues que possédaient ces trois corps à l'état de vapeur au moment de la fermeture ([1]).

» On a une seconde équation entre ces forces élastiques en écrivant que la pression finale, observée à la fermeture du ballon, est égale à la somme des trois tensions partielles des vapeurs d'iode, de mercure et d'iodure de mercure occupant le volume total du ballon.

» Enfin, une troisième équation entre la tension de la vapeur d'iode et celle de la vapeur de mercure est fournie par le rapport (de 2 à 1) que donnent les lois de Gay-Lussac pour le volume des gaz (vapeur d'iode et vapeur de mercure) qui se combinent pour former l'iodure de mercure.

» On peut, à l'aide de ces trois équations, déterminer la force élastique de chacun des gaz (vapeur d'iode et vapeur de mercure) mis en liberté, et la force élastique du composé gazeux (vapeur d'iodure de mercure) non dissocié.

» Voici le résultat de deux des expériences faites sur l'iodure de mercure, à la température d'ébullition du sélénium, dans des ballons en verre très siliceux et très peu fusibles :

| | I. | II. |
|---|---|---|
| Poids de l'iodure de mercure trouvé à la fin de l'expérience... | $1^{gr},389$ | $1^{gr},4947$ |
| Volume du ballon de verre à 0° | $258^{cc}$ | $280^{cc},5$ |
| Pression à la fermeture | $749^{mm},44$ | $748^{mm},92$ |
| Tension de la vapeur d'iode libre | $96^{mm},67$ | $101^{mm},28$ |
| Tension de la vapeur de mercure libre | $48^{mm},33$ | $50^{mm},64$ |
| Tension de dissociation | $145^{mm},00$ | $151^{mm},92$ |
| Fraction de l'iodure non dissocié | 0,806 | 0,797 |
| Fraction de l'iodure dissocié | 0,194 | 0,203 |

» Il en résulte que, pour une pression d'environ $750^{mm}$, la tension de dissociation de la vapeur d'iodure de mercure, c'est-à-dire la pression des gaz libres, est d'environ $150^{mm}$. Cette tension de dissociation correspond à la fraction de l'iodure de mercure qui a été décomposée et qui est égale sensiblement à $\frac{1}{5}$.

» Dans une prochaine Communication, je donnerai les résultats obtenus pour la tension de dissociation de l'acide carbonique, en opérant d'une

([1]) On admet que, dans les limites de température et de pression où l'on opère, ces vapeurs ont sensiblement le même coefficient de dilatation et le même coefficient de compressibilité de l'air.

manière analogue, aux températures les plus élevées que la porcelaine puisse supporter. »

CHIMIE. — *Sur le phénomène de la surchauffe cristalline du soufre.* Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Debray.

« Certains cristaux éprouvent, lorsqu'on les chauffe, une transformation en éléments cristallins d'une forme différente. Ce changement se produit brusquement à une température déterminée pour quelques-uns, par exemple dans le cas de la boracite étudié récemment par M. Mallard; j'ai reconnu qu'il en est qui se comportent autrement : tel est le soufre octaédrique, pour lequel l'action de la chaleur qui est nécessaire au phénomène n'est pas suffisante, de sorte que, à partir d'une température déterminée, il est dans un état d'équilibre instable que je proposerai de désigner sous le nom de *surchauffe cristalline*.

» On sait depuis longtemps que le soufre octaédrique, chauffé à une température voisine de son point de fusion, se change en prismes très petits et de transparent devient opaque. Tous ceux qui ont écrit sur ce sujet sont unanimes à attribuer ce changement à l'intervention seule de la chaleur, mais ils diffèrent d'opinion sur la température à laquelle il se produirait. Si l'on s'en rapporte aux assertions les plus récentes [1], le soufre octaédrique chauffé vers 110° devient prismatique, tandis que l'on trouve dans les anciens Traités de Chimie que cette transformation s'effectue à 100°. Cette divergence d'assertions ne tient pas à une erreur d'observation, car si l'on chauffe du soufre octaédrique sans prendre de précaution spéciale, soit à 100°, soit à 110° ou aux températures intermédiaires, on constate qu'il peut se faire que la transformation se produise, tandis qu'il peut arriver aussi qu'à ces diverses températures, et même après une action de la chaleur longtemps prolongée, on n'observe aucun changement. Il y a évidemment, dans cette expérience, une cause occasionnelle qui a échappé aux observateurs et qui fait que les uns ont pu voir le changement se produire à 100°, tandis que d'autres ne l'ont constaté qu'à 110°.

» D'un autre côté, s'il était vrai que l'action de la chaleur intervînt seule pour produire le changement des octaèdres en prismes, il en résulterait

---

(1) M. MALLARD, *Action de la chaleur sur les corps cristallisés* (*Journal de Physique*, 2e série, t. II, p. 217).

évidemment qu'il serait impossible de produire des octaèdres aux températures supérieures, soit à 100°, soit à 110°. Or j'ai depuis longtemps établi ([1]) que si, dans du soufre d'origine quelconque, maintenu en surfusion, on introduit un germe cristallin octaédrique, on le voit se développer jusqu'à solidification complète de la quantité de soufre employée. Cette expérience ne demande pour réussir qu'un peu de soin, car il faut éviter de semer d'autres cristaux que des octaèdres et de la patience, car l'accroissement des octaèdres est extrêmement lent si le soufre a été chauffé à haute température : elle réussit, du reste, quelle que soit la température du soufre surfondu, ne fût-elle que de quelques dixièmes de degré inférieure au point de fusion du soufre octaédrique. A quoi tient cette contradiction entre le fait que je viens de rappeler et la transformation des octaèdres en prismes? Uniquement, comme je vais le démontrer, à ce que les expérimentateurs qui l'ont réalisée introduisaient, sans s'en apercevoir, la cause déterminante du phénomène : une parcelle de soufre prismatique.

» En effet, en prenant les précautions nécessaires pour que le soufre octaédrique ne soit soumis qu'à l'action de la chaleur, on reconnaît qu'on peut le conserver jusqu'à son point de fusion sans qu'il éprouve de transformation, même lorsqu'on le chauffe pendant des journées entières au-dessus de 100°. Il suffit pour cela de le préserver du contact de parcelles, si petites qu'on les suppose, de soufre prismatique. L'action de la chaleur seule est donc impuissante à produire le phénomène; il n'en est plus ainsi dès qu'on touche la masse octaédrique avec une parcelle de soufre prismatique : aussitôt, à partir du point de contact, la transformation se produit et gagne de proche en proche toute la masse. Cette expérience réussit à coup sûr, et elle présente des caractères un peu différents suivant l'origine du soufre octaédrique employé. Si l'on opère sur du soufre qui n'ait, avant de cristalliser en octaèdres, été chauffé que peu au-dessus du point de fusion, à 130° par exemple, on ne peut pas suivre les progrès de la transformation dans le bain liquide où elle s'effectue; le soufre transformé reste translucide à chaud, mais, dès qu'on le retire de ce bain pour le ramener à la température ordinaire, on voit immédiatement blanchir et devenir opaque toute la partie transformée, comme si les éléments prismatiques étaient restés réunis et ne se séparaient qu'au moment du refroidissement. Au contraire, lorsque les octaèdres proviennent de soufre primitivement chauffé à une température élevée, on peut suivre les progres de la transformation dans

---

[1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 217.

e bain où elle se produit, car la masse translucide devient graduellement opaque au moment même de la transformation.

» Dans tous les cas, cette propagation du phénomène, de proche en proche, sous l'influence des éléments successivement transformés, montre bien que l'action seule de la chaleur n'est pas suffisante pour la déterminer, car, s'il en était ainsi, on l'observerait simultanément sur tous les points de la masse qui sont à la même température, par exemple sur toute la surface extérieure d'un cylindre de soufre plongé dans un bain à température uniforme. Ainsi l'action de la chaleur qui est nécessaire à la production du phénomène n'est pas suffisante, et le contact d'une parcelle cristalline prismatique le détermine.

» Ayant un moyen de déterminer à coup sûr la transformation des octaèdres en prismes, il est alors facile de chercher entre quelles limites de température elle est possible : j'ai reconnu qu'elle est comprise entre des températures très peu inférieures à 97°,6 et 98°,4 pour des échantillons de soufre octaédrique produits dans les circonstances les plus diverses et la température de fusion du soufre octaédrique. Je ferai connaître prochainement les particularités diverses que présente cette transformation. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la non-existence de l'hydrate d'ammonium.* Note de M. D. TOMMASI.

« Une des questions qui a le plus préoccupé les chimistes a été de savoir si une solution aqueuse d'ammoniaque renferme $AzH^3$ ou bien $AzH^4,OH$ analogue à l'hydrate de potassium $KOH$ ou de sodium $NaOH$. Beaucoup de chimistes admettent, dans l'ammoniaque aqueuse, l'existence de l'hydrate d'ammonium $AzH^4,OH$. En effet, une solution ammoniacale, froide et saturée, d'une densité de 0,912 et contenant 23,226 pour 100 d'ammoniaque, répond à une formule analogue de celle de l'hydrate potassique. Mais cet hydrate, si toutefois il existe, est très instable; le vide et un courant gazeux en séparent l'ammoniaque à froid.

» D'autre part, M. J. Thomsen, se basant sur des considérations physiques et thermochimiques, est arrivé à la conclusion que l'hydrate d'ammonium n'existerait pas dans l'eau ammoniacale. En suivant une voie toute différente, je suis arrivé à une conclusion identique à celle de l'éminent chimiste danois. Et, en effet, si l'on compare la chaleur de formation de tous les hydrates solubles, calculée d'après la loi des constantes thermiques, avec la chaleur de formation de ces mêmes hydrates trouvée ex-

périmentalement, on trouve un accord des plus complets, sauf cependant pour l'ammoniaque, dont les calories de combinaison théoriques diffèrent considérablement de celles que donne l'expérience.

» Il est aisé de s'en convaincre par l'examen du Tableau suivant :

| | Calories de combinaison | |
|---|---|---|
| | calculées ([1]). | trouvées ([2]). |
| Hydrate de sodium......... | 77,7 | 77,6 |
| » lithium......... | 83,4 | 83,3 |
| » thallium........ | 20,0 | 20,0 |
| » calcium......... | 150,6 | 150,1 |
| » baryum......... | 28,4 + $x$ | 28,0 + $x$ ([3]) |
| » strontium....... | 158,6 | 158,2 |
| » ammonium...... | 54,2 | 21 |

» Il résulterait de là que la constitution de la solution ammoniacale est différente de celle des hydrates alcalins, et que, par conséquent, on a tort de la comparer à une solution de potasse ou de soude. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition par l'eau des combinaisons du chlorure cuivreux avec le chlorure de potassium et l'acide chlorhydrique.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai montré, dans une Communication précédente, par la discussion des expériences de M. Ditte, que lorsqu'un sel neutre *soluble* se décompose au contact de l'eau en sous-sel *insoluble* et en acide libre, sa décomposition n'est jamais complète, comme on l'admettait jusqu'ici, même en présence d'un grand excès d'eau, mais qu'il se dissout toujours une partie du sel non altéré, en même temps que l'acide provenant de la décomposition de l'autre partie et que la quantité, de sel qui peut ainsi se dissoudre, sans altération, croît avec la quantité d'acide contenue dans la liqueur. Ce résultat est d'accord avec les anciennes expériences de M. Schlœsing sur la décomposition des carbonates acides de chaux et de baryte, avec les récentes expériences de M. Joly ([4]) sur la décomposition du phosphate acide de chaux, avec les expériences que j'ai faites sur la décomposition de quelques sels

([1]) D'après la loi des constantes thermiques.

([2]) Par M. Thomsen.

([3]) $x$ = chaleur de combinaison de Ba + O non encore déterminée.

([4]) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1486, 24 décembre 1883.

doubles et que je donne dans cette Note. On est donc en droit de considérer cette loi comme générale et de l'étendre à la décomposition de tous les sels neutres, acides ou doubles, se décomposant au contact de l'eau en donnant naissance à un sous-produit *insoluble* ou, pour parler plus exactement, *peu soluble*.

» Cette loi établit de grandes analogies entre les équilibres chimiques qui se produisent dans les systèmes liquides, soit homogènes, soit hétérogènes. On peut dire en effet que tout se passe, dans le cas considéré, *comme si* l'on était en présence d'un système homogène (décomposition du bisulfate de potasse par l'eau, par exemple), dans lequel l'un des produits de la décomposition (sulfate de potasse) serait maintenu en quantité constante. Les expériences de M. Berthelot montrent qu'alors la quantité de sel qui peut se dissoudre sans altération croît avec la quantité d'acide libre contenue dans la liqueur.

» On peut remarquer de plus que cette hypothèse serait l'expression à peu près exacte de la réalité dans le cas où il serait démontré que l'action des corps dissous sur le précipité est, sinon nulle, du moins assez faible et assez lente pour que l'on puisse en faire abstraction. L'équilibre s'établirait alors exclusivement dans la dissolution, et le sous-produit de décomposition peu soluble n'interviendrait dans l'équilibre que par la quantité sensiblement constante qui en est dissoute.

» Les expériences de M. Ditte conduisent à une seconde conclusion qui n'est plus d'accord avec celle des expériences de M. Schlœsing et de M. Joly. Si la quantité d'acide libre nécessaire pour empêcher la décomposition de quantités croissantes de sel va d'abord elle-même en croissant, elle ne croîtrait pas cependant indéfiniment et tendrait vers une limite définie, à partir de laquelle la liqueur pourrait dissoudre des quantités quelconques de sel sans le décomposer. Ce fait a été observé dans la décomposition de deux sels seulement : l'azotate de bismuth et le sulfate de mercure. Ces expériences sont trop peu nombreuses pour que l'on puisse en conclure l'existence d'une loi générale. Il m'a semblé qu'il serait intéressant de reprendre l'étude de cette question à ce point de vue particulier et de chercher si l'on observait une limite semblable dans la décomposition par l'eau de sels autres que les précédents.

» Je donnerai aujourd'hui les résultats que j'ai obtenus en étudiant la décomposition par l'eau de combinaisons que forme le chlorure cuivreux avec l'acide chlorhydrique et le chlorure de potassium. Je n'ai pas réussi à isoler ces composés; je leur ai attribué, pour le calcul du Tableau suivant,

la formule $Cu^2Cl, KCl$ et $Cu^2Cl, HCl$. Il est très probable pourtant, sinon certain, que le chlorure de potassium donne plusieurs composés distincts qui existent simultanément dans la dissolution.

» Les expériences ont été faites à la température de 17°. On introduisait dans des tubes, scellés ensuite pour empêcher l'accès de l'air, du chlorure cuivrique, du cuivre métallique et de l'acide chlorhydrique ou du chlorure de potassium, et l'on attendait la décoloration complète de la liqueur pour en faire l'analyse. Dans les dissolutions concentrées, le précipité de sous-chlorure cuivreux était parfaitement blanc; mais, dans les dissolutions étendues, il présentait une coloration verdâtre ou violette indiquant la formation d'oxychlorure.

*Chlorure de cuivre et de potassium.*

| | | Résultats d'expériences. Équivalents | | Résultats calculés. Poids | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nos | Poids du litre. | de Cl dans 1lit. | de Cu dans 1lit. | de $Cu^2Cl, KCl$ dans 1lit. | de KCl libre dans 1lit. |
| | gr | éq | éq | gr | gr |
| 1....... | 1016 | 0,295 | 0,025 | 2,2 | 20,5 |
| 2....... | 1020 | 0,320 | 0,030 | 2,6 | 21,6 |
| 3....... | 1029 | 0,600 | 0,064 | 5,6 | 40 |
| 4....... | 1056 | 1,300 | 0,223 | 19,5 | 82 |
| 5....... | 1135 | 2,92 | 1,100 | 96,0 | 135 |
| 6....... | 1310 | 6 | 3,90 | 340,0 | 157 |

*Chlorhydrate de chlorure cuivreux.*

| | | Résultats d'expériences. Équivalents | | Résultats calculés. Poids | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nos | Poids du litre. | de Cl dans 1lit. | de Cu dans 1lit. | de $Cu^2Cl, HCl$ dans 1lit. | de HCl libre dans 1lit. |
| | gr | éq | éq | gr | gr |
| 1....... | » | 0,945 | 0,095 | 6,4 | 31 |
| 2....... | 1050 | 1,71 | 0,280 | 18,8 | 51 |
| 3....... | » | 1,97 | 0,315 | 21,1 | 60 |
| 4....... | 1080 | 3,90 | 0,900 | 60,5 | 109 |
| 5....... | 1135 | 5,60 | 1,65 | 112 | 144 |
| 6....... | » | 6,85 | 2,31 | 155 | 157 |

» Les nombres relatifs au chlorure de potassium semblent indiquer l'existence d'une limite, mal définie il est vrai. Ceux relatifs à l'acide chlorhydrique n'indiquent rien de semblable. Ces expériences ne peuvent donc

ni infirmer, ni confirmer la conclusion qui ressort des expériences de M. Ditte. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la composition de la pechblende* (1). Note de M. **Blomstrand**, présentée par M. Wurtz. (Extrait.)

« A l'occasion de la découverte d'une uranine pure dans l'Amérique septentrionale (Blancheville, Connecticut), l'attention de l'auteur a été portée sur une ancienne analyse de pechblende, que l'on doit à Ebelmen (2) et dont les résultats, parfaitement corrects, permettent d'assigner à ce minéral, qui est un mélange, une composition différente de celle qu'on lui attribue généralement. En discutant de nouveau les résultats de cette analyse, l'auteur arrive à cette conclusion, que le plomb est contenu dans ce minéral à l'état d'uranate, et le fer à l'état de sulfure magnétique.

» La pechblende serait donc un mélange d'uranine, de silicates, de carbonate de chaux et de sulfure de fer.

» L'uranine elle-même renfermerait

$$7UO^2, PbO, 5UO^3 = U^7Pb(O^6U)^5 \quad \text{ou} \quad \overset{IV}{U}PbO^6\overset{VI}{U} + 2\overset{IV}{U}^3(O^6\overset{VI}{U})^2,$$

et le minéral mélangé serait formé de

$$2U^7Pb(O^6U)^5 + 5(R^2O^4Si, 2Aq) + 7CaO^2CO) + \tfrac{1}{5}Fe^7S^8.$$

» Cette double supposition s'accorde avec les résultats de l'analyse; les voici :

| Uranine. | | Calculé. | Trouvé. |
|---|---|---|---|
| $5UO^3$ | 1440 | 40,07 | 39,90 |
| $7UO^2$ | 1904 | 53,38 | 54,38 |
| PbO | 223 | 6,25 | 5,72 |
| | | 100,00 | 100,00 |

| Pechblende. | | Calculé. | Trouvé. |
|---|---|---|---|
| $2U^7Pb(O^6U)^5$ | 7134 | 79,27 | 79,37 |
| $5SiO^2$ | 300 | 3,33 | 3,48 |
| $2\frac{1}{2}FeO$ | 180 | 2,00 | 1,92 |
| MnO | 71 | 0,79 | 0,82 |

(1) La Note adressée par M. Blomstrand dépassant la limite assignée aux savants étrangers à l'Académie, on en fait un extrait, et l'on se propose d'insérer intégralement la Note elle-même aux *Annales de Chimie et de Physique*. A. W.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. VIII, p. 498.

| Pechblende. | | Calculé. | Trouvé. |
|---|---|---|---|
| $1\frac{1}{2}CaO$ | 84 | 0,93 | 1,02 |
| $4\frac{1}{2}MgO$ | 180 | 2,00 | 2,07 |
| $\frac{1}{2}Na^2O$ | 31 | 0,34 | 0,25 |
| $10H^2O$ | 180 | 2,00 | 1,85 |
| $7CaO^2CO$ | 700 | 7,78 | 7,54 |
| $1\frac{1}{2}Fe$ | 84 | 0,94 | 0,92 |
| $1\frac{3}{4}S$ | 56 | 0,62 | 0,60 |

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le dosage de l'acide phosphorique dans les terres arables*. Note de M. G. **Lechartier**, présentée par M. Debray.

« Dans deux Notes, présentées à l'Académie en 1883 et au mois de janvier 1884, M. de Gasparin donne le procédé suivant pour le dosage de l'acide phosphorique dans les terres arables : on attaque l'échantillon de terre par l'eau régale, et l'on précipite par l'ammoniaque la liqueur acide séparée par filtration des matières insolubles. Le précipité est recueilli, séché et calciné fortement; puis, après pulvérisation, on le met en contact à froid avec de l'acide azotique au $\frac{1}{50}$. La filtration sépare l'acide phosphorique dissous de l'oxyde de fer qui reste insoluble, et dans la liqueur on dose l'acide phosphorique au moyen du nitromolybdate d'ammoniaque.

» M'étant occupé de la recherche et du dosage de l'acide phosphorique dans les roches de Bretagne, je me suis trouvé naturellement porté à m'intéresser à cette question d'analyse chimique.

» La solution que l'on obtient, en traitant une terre par l'eau régale, contient, en quantités variables, chaux et magnésie, potasse et soude, oxyde de fer et alumine, acide phosphorique et silice; et, dans un grand nombre de cas, les proportions de chaux et de magnésie sont relativement minimes.

» Dans ces dernières conditions, lorsqu'on neutralise la liqueur acide par des additions successives d'ammoniaque, l'acide phosphorique se sépare à l'état de phosphates de fer et d'alumine, ces deux phosphates se précipitant dans une liqueur qui renferme encore de petites quantités d'acide libre, et avant l'apparition du phosphate de chaux. Or les phosphates de chaux et d'alumine calcinés, avec un grand excès d'oxyde de fer et d'alumine, peuvent-ils encore se dissoudre intégralement à froid dans l'acide azotique au $\frac{1}{50}$?

» Pour résoudre cette question, j'ai opéré la précipitation par l'ammoniaque de liqueurs acides contenant $0^{gr},041$ d'acide phosphorique et des

proportions variables, mais relativement plus fortes, d'oxyde de fer. Tous les essais ont prouvé que, en suivant le procédé précédemment décrit, on ne pouvait jamais être certain de séparer du mélange la totalité de l'acide phosphorique.

» Voici quelques-uns des résultats obtenus :

| Oxyde de fer mélangé à l'acide phosphorique. | Acide phosphorique dissous par l'acide azotique étendu. |
|---|---|
| gr 0,8 | gr 0,038 |
| 2,0 | 0,023 |
| 4,0 | 0,021 |

» En doublant le poids de l'acide phosphorique dans le mélange, on ne dissout que les $\frac{2}{5}$ et les $\frac{3}{4}$ de la quantité employée.

» Dans tous les essais, le précipité ammoniacal a été calciné à l'aide d'un fort bec de Bunsen, et, après pulvérisation au mortier d'agate, il a été traité à chaud par un mélange de $10^{cc}$ d'acide azotique et de $200^{cc}$ d'eau, soit par l'acide au $\frac{1}{20}$.

» On a retrouvé dans le résidu d'oxyde resté insoluble la proportion d'acide phosphorique manquant. L'acide phosphorique avait donc été précipité en totalité, mais la dissolution avait été incomplète.

» On obtient des résultats analogues avec des mélanges d'acide phosphorique et d'alumine.

» Lorsque la liqueur acide contient de la chaux, même en proportions supérieures à celle de l'oxyde de fer, les mêmes faits se reproduisent.

» Comme on devait s'y attendre, l'emploi d'un acide carbonique dilué au $\frac{1}{50}$, après un contact de quarante-huit heures, à froid, avec le mélange, ne produit pas une dissolution plus complète.

» La présence de la chaux dans le mélange d'oxyde de fer et d'acide phosphorique permet de séparer la totalité de ce dernier corps sans dissoudre complètement l'oxyde de fer.

» J'ai précipité des solutions d'acide phosphorique et d'oxyde de fer identiques aux précédentes, à l'aide d'un lait de chaux pure, de manière à obtenir un précipité ferrugineux contenant un excès de chaux. Le précipité a été calciné, pulvérisé finement et mis en digestion à une température de 50° à 60° avec de l'acide azotique au $\frac{1}{10}$ ($2^{cc}$ d'acide pour $200^{cc}$ d'eau). Dans ces conditions, on peut redissoudre la totalité de l'acide phosphorique, même lorsqu'il a été mélangé à 40 et même 80 fois son poids d'oxyde

de fer; mais, à froid et avec une solution acide au $\frac{1}{40}$, on ne dissout encore que $0^{gr},036$ sur $0^{gr},041$ après quarante-huit heures de contact.

» Par l'emploi de l'acide azotique au $\frac{1}{10}$ et à chaud, on dissout une certaine quantité d'oxyde de fer; il est donc difficile d'en éviter la présence. Mais on peut arriver à séparer l'acide phosphorique à l'aide de l'acide molybdique, même en présence d'un grand excès d'oxyde de fer, sans que le précipité de phosphomolybdate d'ammoniaque fournisse ensuite au contact de l'ammoniaque un résidu ferrugineux insoluble. Il suffit d'opérer sur une liqueur suffisamment étendue et contenant un excès convenable d'acide azotique.

» On peut ainsi précipiter, sans complications, $0^{gr},041$ d'acide phosphorique :

» 1° Dans $140^{cc}$ d'une liqueur contenant $1^{gr},6$ d'oxyde de fer et $15^{cc}$ d'acide azotique pur;

» 2° Dans $220^{cc}$ de solution contenant $3^{gr},20$ d'oxyde de fer et $30^{cc}$ d'acide azotique.

» On porte rapidement à une température voisine de 100° la liqueur contenant un excès de solution molybdique; elle s'éclaircit très vite et, dès qu'elle est limpide, on la maintient à une douce chaleur pendant deux à trois heures, en évitant sa concentration par évaporation.

» Lorsque, malgré ces précautions et après lavage du précipité de phosphomolybdate d'ammoniaque, il reste après dissolution dans l'ammoniaque un résidu jaunâtre, il est nécessaire de redissoudre ce résidu dans une petite quantité d'acide azotique, attendu qu'il contient toujours de l'acide phosphorique. On précipite ensuite dans la solution, à l'aide du nitromolybdate d'ammoniaque, la petite quantité d'acide phosphorique qui se trouverait perdue sans cette nouvelle opération. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation du fluorure d'argent, de magnésium et de plomb.* Note de **M. Guntz**, présentée par M. Berthelot.

» On connaît deux fluorures d'argent, analogues par leur composition aux fluorures de potassium : le fluorure anhydre AgFl et le fluorure hydraté AgFl, 4HO; j'ai mesuré la chaleur de formation de ces deux composés à partir de l'oxyde d'argent et de l'acide fluorhydrique gazeux.

» *Fluorure d'argent anhydre.* — J'ai déterminé la chaleur de neutralisation de l'oxyde d'argent par l'acide fluorhydrique dissous en décomposant par la potasse ($1^{éq} = 2^{lit}$) une solution de fluorure d'argent ($1^{éq} = 2^{kg}$)

neutre, c'est-à-dire ne contenant ni excès d'oxyde d'argent ni excès d'acide fluorhydrique. Cette neutralité ne se vérifie pas directement, le fluorure d'argent étant acide aux réactifs colorés. Pour la vérifier, il faut d'abord précipiter l'argent à l'état de chlorure, en ajoutant à la solution un petit excès de chlorure de potassium.

J'ai trouvé $+7^{Cal},3$ pour la chaleur de neutralisation de l'oxyde d'argent par l'acide fluorhydrique dissous ($1^{éq} = 2^{kg}$) à 10°. J'ai obtenu le même nombre en dissolvant de l'oxyde d'argent précipité dans la quantité équivalente d'acide fluorhydrique.

» La valeur ainsi déterminée est pour ainsi dire identique à la chaleur de neutralisation de l'oxyde d'argent par l'acide sulfurique, $+7^{Cal},2$, comme cela se présente pour les autres fluorures solubles.

» J'ai obtenu le fluorure d'argent anhydre sous forme d'une poudre amorphe jaune d'or, en desséchant dans le vide le fluorure d'argent hydraté Ag Fl, 4HO; il se dissout dans l'eau sans résidu sensible, et la solution reste neutre, ce qui exclut la formation d'oxyfluorure.

» La chaleur de dissolution de ce composé dans une grande quantité d'eau a été trouvée de $+3^{Cal},4$ vers 10°. On conclut de ces nombres que

$$\text{AgO sol.} + \text{H Fl gaz} = \text{Ag Fl sol.} + \text{HO sol. dégage} \ldots\ldots \quad 16^{Cal},4$$

Ce nombre est inférieur à ceux des chlorure, bromure, iodure, cyanure d'argent.

» *Fluorure d'argent hydraté.* — On obtient facilement le fluorure d'argent hydraté cristallisé en évaporant au bain-marie, dans une capsule de platine, une solution neutre de fluorure d'argent jusqu'à ce que le liquide soit recouvert par une couche de fluorure anhydre; on cesse alors de chauffer, on décante la solution refroidie. La solution ainsi obtenue ne cristallise pas, car elle est sursaturée; il suffit d'y projeter une parcelle de fluorure d'argent hydraté pour la faire cristalliser complètement et instantanément. On obtient ainsi le fluorure Ag Fl, 4HO, qu'il est difficile de séparer complètement de son eau mère par compression entre des feuilles de papier buvard.

» Ce fluorure, en se dissolvant dans une grande quantité d'eau, dégage, vers 10°, une quantité de chaleur égale à $-1^{Cal},5$. De ces nombres, on déduit que la fixation des quatre équivalents d'eau liquide sur le fluorure d'argent anhydre dégage $+4^{Cal},9$. Pour le fluorure de potassium, l'hydratation dégage $+4^{Cal},6$; les deux valeurs trouvées sont du même ordre de grandeur.

» *Fluorure de magnésium.* — J'ai déterminé la chaleur de neutralisa-

tion de la magnésie par l'acide fluorhydrique en décomposant une solution de sulfate de magnésie ($1^{éq} = 2^{lit}$) par la quantité équivalente de fluorure de potassium ($1^{éq} = 2^{kg}$). Vers 10°,

MgOHO préc. + HF diss. ($1^{éq} = 2^{kg}$) = MgF préc., dégage.. + $15^{Cal},2$

on en déduit pour la chaleur de formation du fluorure de magnésium

MgOHO sol. + HF gaz. = MgF sol. + 2HO sol........... + $28^{Cal},4$

» *Fluorure de plomb.* — On peut mesurer la chaleur de neutralisation de ce composé en précipitant une solution d'azotate de plomb ($1^{éq} = 2^{lit}$ par une solution de fluorure de potassium ($1^{éq} = 2^{kg}$). Le fluorure de plomb précipité entraîne avec lui un peu d'azotate, mais cette quantité est négligeable. Vers 10°, on a

PbOHO sol. + HF diss. ($1^{éq} = 2^{kg}$) = PbF préc. ........ + $11^{Cal},1$

on en déduit pour la chaleur de formation du fluorure de plomb

PbOHO sol + HF gaz. = PbF sol. + $H^2O^2$ sol.. ........ + $24^{Cal},3$

» Comme pour les autres oxydes, la chaleur de neutralisation par l'acide fluorhydrique étendu est beaucoup plus voisine de celle dégagée par l'acide sulfurique que de celle obtenue avec l'acide chlorhydrique. »

THERMOCHIMIE. — *Etude thermochimique de l'acide hydrofluosilicique.* Note de M. **Ch. Truchot**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Préparation du fluorure de silicium pur.* — On sait que les fluosilicates de potasse, de soude de baryte, se décomposent par la chaleur en donnant du fluorure de silicium et un fluorure. Le fluosilicate de baryte se dédouble au rouge naissant, et le fluorure de baryum qui en résulte ne fond pas à cette température; ces deux circonstances rendent avantageux l'emploi du sel de baryte, de préférence aux autres, pour obtenir le fluorure de silicium. Un petit ballon en cuivre, contenant de $30^{gr}$ à $40^{gr}$ de ce sel, et chauffé par un fort bec de gaz, fournit $2^{lit}$ de fluorure de silicium très pur, en moins d'une demi-heure. La densité de ce gaz, obtenue au moyen du ballon de M. Chancel, a été trouvée de 3,6.

» II. *Action du fluorure de silicium sur l'eau.* — Le fluorure de silicium, recueilli dans une cloche gazomètre sur le mercure, peut être amené au sein de l'eau du calorimètre en platine de M. Berthelot, après avoir tra-

versé une couche de mercure contenue dans un petit creuset de platine. La réaction donne de l'acide hydrofluosilicique et de la silice. L'observation calorimétrique terminée, l'acide hydrofluosilicique formé est dosé par le procédé suivant. Une solution titrée de potasse ou de soude est versée au moyen d'une burette graduée; il se forme d'abord du fluosilicate de potasse ou de soude; mais ensuite, le liquide étant porté à une température voisine de l'ébullition, ce fluosilicate donne, avec une quantité suffisante d'alcali, un fluorure et de la silice. On est averti de la fin de la réaction par la coloration rouge de la phtaléine du phénol, ajoutée au préalable, et qui est une teinture d'épreuve extrêmement sensible. Le tournesol ne saurait convenir dans ce cas : le fluorure alcalin le bleuit, tandis qu'il ne rougit pas la phtaléine.

» On peut d'ailleurs ajouter un excès d'alcali, et revenir à la neutralisation avec une liqueur acide titrée qui décolore la phtaléine. Cette méthode est susceptible d'une grande précision.

» Plusieurs expériences très concordantes ont donné $+11^{Cal},1$ pour ($SiFl^2 = 52^{gr}$) de fluorure employé. 1 équivalent d'acide hydrofluosilicique formé se trouvait étendu d'environ 800 équivalents d'eau.

» Ce résultat est identique avec celui que M. Hammerl a obtenu par une autre disposition de l'expérience ([1]).

» III. *Action du fluorure de silicium sur l'acide fluorhydrique. Chaleur de formation.* — Le fluorure de silicium, dirigé dans l'acide fluorhydrique étendu, s'y combine et donne directement l'acide hydrofluosilicique, comme l'a constaté M. Kessler ([2]). La quantité de chaleur dégagée est notable; j'ai trouvé :

| | Cal |
|---|---|
| 1. | + 16,9 |
| 2. | + 16,8 |
| 3. | + 17,1 |
| 4. | + 17,0 |
| Moyenne | + 16,95 |

soit $+17^{Cal},0$ pour $1^{éq}$ ($SiFl^2HFl = 72^{gr}$) d'acide supposé anhydre, qui se trouvait dilué dans 700 équivalents d'eau environ.

» Cet acide était dosé par la méthode décrite ci-dessus. L'acide fluorhydrique employé était, au préalable, titré par la liqueur alcaline; l'acide

([1]) *Comptes rendus,* t. XC, p. 312.
([2]) *Ibid.,* p. 1285.

fluosilicique produit eût présenté le même titre, s'il s'était formé simplement du fluosilicate alcalin. Mais $1^{éq}$ de ce dernier donne $3^{éq}$ de fluorure, par l'addition de $2^{éq}$ d'alcali. Par suite, la différence des titres, divisée par deux, donne le nombre d'équivalents de fluorure de silicium employé.

» Lorsqu'on fait rendre le fluorure de silicium dans l'acide fluorhydrique très étendu, chaque bulle qui arrive donne naissance à un léger flocon de silice; mais si l'on a mis au moins $15^{gr}$ d'acide fluorhydrique supposé anhydre, dans les $600^{gr}$ environ d'eau du calorimètre, cette silice se dissout immédiatement. Le résultat final étant la production d'acide fluosilicique, il n'y a pas lieu de tenir compte de la formation momentanée de cette silice.

» IV. *Hydrates d'acide hydrofluosilicique.* — En faisant rendre le fluorure de silicium dans de l'acide fluorhydrique concentré et refroidi, on peut obtenir deux hydrates cristallisés.

» Si l'acide fluorhydrique contient $1^{éq}$ d'eau et si la température est inférieure à $-20°$, il se produit des cristaux qu'on égoutte et que l'on purifie par plusieurs cristallisations. Ce corps, qui fond vers $-20°$, fume très abondamment à l'air en se décomposant. On ne peut donc le conserver à la température ordinaire.

» $6^{gr},260$ de ces cristaux contiennent $5^{gr},531$ d'acide hydrofluosilicique supposé anhydre et $0^{gr},729$ d'eau, ce qui conduit à la formule

$$SiFl^2, HFl, HO:$$

c'est donc un monohydrate.

» Si l'acide fluorhydrique est plus étendu et renferme de $4^{éq}$ à $6^{éq}$ d'eau, on peut obtenir, à une température inférieure à $0°$, un autre hydrate également cristallisé. Les cristaux se forment vers $0°$, mais ne fondent qu'à une température un peu plus élevée. Le liquide obtenu est sirupeux, de densité 1,7, et fume à l'air, en se décomposant lentement. Il se conserve assez bien à la température ordinaire, dans un flacon de platine fermé, mais il attaque rapidement le verre.

» Son analyse a donné 67 pour 100 d'acide supposé anhydre. La formule $SiFl^2HFl, 4HO$ correspond à 66,7 pour 100 : c'est donc un acide hydrofluosilicique quadrihydraté.

» Je n'ai pas obtenu l'acide bihydraté signalé par M. Kessler [1].

---

[1] *Loc. cit.*

» V. *Chaleur de dilution de l'acide fluosilicique quadrihydraté.* — Ces hydrates dégagent de la chaleur en se dissolvant dans l'eau. La chaleur de dilution du quadrihydrate (1éq dans 500éq d'eau environ) a été trouvée de $4^{Cal},0$. Mais ce résultat n'est qu'approximatif, à cause de la difficulté d'obtenir le poids d'une certaine quantité de ce liquide qui fume à l'air.

» La chaleur de formation de cet hydrate est donc environ

$$17^{Cal},0 - 4^{Cal},0 = +13^{Cal},0.$$

VI. *Action du fluorure de silicium sur l'acide fluorhydrique anhydre.* — Il était intéressant de rechercher si l'acide fluosilicique anhydre peut se former de même. Il n'en est rien. Même à la température de $-30°$, le fluorure de silicium ne se combine pas à l'acide fluorhydrique anhydre.

» D'ailleurs, si l'on essaye de concentrer dans le vide, à basse température, l'hydrate précédent, il se décompose, en dégageant du fluorure de silicium et de l'acide fluorhydrique. »

THERMOCHIMIE. — *Sur le glyoxalbisulfite de soude.* Note de M. **de Forcrand**, présentée par M. Berthelot.

« Le glyoxal s'unit aux bisulfites des bases alcalines et alcalinoterreuses pour former des combinaisons cristallisées, très anciennement connues, dont les formules sont

$$C^4H^2O^4, 2(NaO, S^2O^4) + 4HO,$$
$$C^4H^2O^4, 2(AzH^4O, S^2O^4),$$
$$C^4H^2O^4, 2(BaO, S^2O^4) + 6HO.$$

» Dans chacune d'elles, 2éq de bisulfite sont unis à 1éq de glyoxal, en raison de la fonction doublement aldéhydique de ce composé.

» J'ai mesuré la chaleur de formation de l'un de ces corps, le glyoxalbisulfite de soude. A cet effet, j'ai employé trois méthodes différentes :

» I. Le glyoxalbisulfite de soude cristallisé étant dissous dans l'eau ($1^{éq} = 284^{gr} = 14^{lit}$), on ajoute 4éq de soude ($1^{éq} = 2^{lit}$). Le composé se détruit en fournissant 4éq de sulfite neutre de soude et 1éq de glyoxal qui, en présence de l'excès de soude, donne 1éq de glycolate de soude; il reste 1éq de soude libre. L'expérience a donné, pour cette réaction, le nombre $+34^{Cal},43$, à $+11°,5$, pour 1éq de glyoxal. Cette quantité de chaleur se décompose de la manière suivante :

» 1° Séparation de la combinaison dissoute en $C^4H^2O^4$ dissous et $2^{éq}$ de NaO, $S^2O^4$ (métasulfite) dissous, réaction qui donne $x$;

» 2° Transformation de $2(NaO, S^2O^4)$ dissous en $4(NaO, SO^2)$ dissous, qui dégage $4 \times 15^{Cal},10 - 2 \times 16^{Cal},65 = +27^{Cal},10$;

» 3° Transformation de $C^4H^2O^4$ dissous en glycolate de soude dissous, en présence de $1^{éq}$ de base en excès. Cette valeur, que j'ai dû déterminer séparément, est égale à $+18^{Cal},70$;

» 4° Action de $4^{éq}$ de NaO, $SO^2$ dissous sur $1^{éq}$ de glycolate de soude dissous, en présence de $1^{éq}$ de soude, qui donne $-0^{Cal},25$ d'après des expériences directes faites dans les mêmes conditions de concentration et de température.

» On a

$$x + 27^{Cal},10 + 18^{Cal},70 - 0^{Cal},25 = +34^{Cal},43,$$

d'où

$$x = -11^{Cal},12.$$

» La combinaison du glyoxal dissous avec $2^{éq}$ de métasulfite de soude dissous dégage donc $+11^{Cal},12$ à $+11°,5$.

» II. Le glyoxal dissous dans l'eau est additionné de $2^{éq}$ de métasulfite dissous (mêmes dilutions que les précédentes). On obtient $+10^{Cal},93$ à $+12°$. En ajoutant au mélange $4^{éq}$ de soude, pour revenir au même état final, on trouve $+34^{Cal},66$ à $+12°,5$. Ce résultat confirme les nombres précédents.

» III. Le glyoxal dissous est additionné de $4^{éq}$ d'acide sulfureux ($1^{éq} = 32^{gr} = 2^{lit}$). Dans ces conditions, l'élévation de température est très lente, mais constante pendant quarante minutes environ. Cette circonstance nécessite des corrections considérables, et toujours un peu incertaines. On doit aussi tenir compte de la dilution de l'acide sulfureux employé dans l'eau qui sert de dissolvant au glyoxal. Toutes corrections faites, on trouve, après treize minutes, $+6^{Cal},92$ pour $1^{éq}$ de glyoxal; après quarante minutes (état stationnaire), on obtient $+11^{Cal},24$ à $+12°,5$. On ajoute alors $2^{éq}$ de soude, qui donnent $+32^{Cal},96$. Ce dernier nombre est sensiblement égal à la chaleur de neutralisation de $4^{éq}$ d'acide sulfureux par $2^{éq}$ de soude ($2 \times 16,65$).

» Il suit de là qu'on peut prendre la moyenne entre $+11^{Cal},12$ et $+10^{Cal},93$, soit $+11^{Cal},03$ pour la réaction :

$$C^4H^2O^4 \text{ diss.} + 2(NaO, S^2O^4) \text{ diss.} = C^4H^2O^4, 2(NaO, S^2O^4), 4HO \text{ diss.}$$

» Pour rapporter cette réaction aux corps composants solides, j'ai dû

déterminer la chaleur de dissolution du glyoxalbisulfite de soude cristallisé, et du glyoxal.

» J'ai trouvé $-9^{Cal},66$ à $+12°$ pour la dissolution du glyoxalbisulfite dans 50 parties d'eau.

» Pour le glyoxal, cette donnée ne peut être obtenue directement, à cause de la lenteur de la dissolution; je l'ai mesurée en transformant le glyoxal dissous d'avance en glycolate de soude, par addition d'un excès de soude (trouvé $+18^{Cal},14$), et comparant cette valeur à la même transformation faite sur le glyoxal solide ($+16^{Cal},89$). La différence, $-1^{Cal},25$, représente la chaleur de dissolution du glyoxal dans l'eau à $+11°$ (1 partie dans 60 parties d'eau).

» Ces valeurs, jointes à celles que j'ai déterminées pour le métasulfite de soude, et à quelques autres données, permettent de calculer la chaleur de formation de la combinaison solide

$$C^4H^2O^4 \text{sol.} + 4SO^2 \text{gaz} + 2\,NaO \text{sol.} + 4HO \text{sol.}$$
$$= C^4H^2O^4, 2(NaO, S^2O^4), 4HO \text{sol.} = +121^{Cal},5;$$

à partir de l'eau liquide, on aurait $+124^{Cal},4$.

» On trouve de même

$$C^4H^2O^4 \text{sol.} + 2(NaO, S^2O^4) \text{sol.} + 4HO \text{sol.}$$
$$= C^4H^2O^4, 2(NaO, S^2O^4), 4HO \text{sol.} = +11^{Cal},33,$$

et à partir de l'eau liquide, $+14^{Cal},20$.

» Ces résultats expliquent la stabilité de ces combinaisons à l'état solide ou dissous.

» On a vu plus haut que l'acide sulfureux dissous ($4^{éq}$) ajouté au glyoxal dissous ($1^{éq}$) dégage $+11^{Cal},24$, valeur égale à celle qui représente la chaleur de formation du glyoxalbisulfite de soude dissous. Ce fait démontre la formation d'un acide glyoxal-disulfureux, dont les glyoxalbisulfites seraient les sels. On a souvent imaginé, mais sans preuve, que des composés de cet ordre prenaient naissance dans ces conditions, pour expliquer la constitution des aldéhydes-sulfites; on voit que les procédés thermiques fournissent la preuve de leur existence réelle.

» La stabilité de cet acide est telle, qu'il persiste dans ses dissolutions, même à la température du bain-marie. Lorsqu'on les évapore à 100° (préparation du glyoxal par le procédé de Debus), une portion seulement de l'acide sulfureux est éliminée au début; puis ce premier phénomène s'arrête, jusqu'à ce que le liquide, réduit à un faible volume, devienne vis-

queux; à ce moment, et probablement par suite d'une polymérisation, il se produit brusquement un dégagement très abondant d'acide sulfureux; en même temps, la masse, jusque-là incolore, brunit de plus en plus. Cette dernière réaction prouve que la décomposition de ce corps n'est pas un simple dédoublement en acide sulfureux et glyoxal; elle contribue à rendre le glyoxal obtenu par cette méthode très impur.

» C'est en faisant cette observation que j'ai été amené à chercher un procédé de préparation de ce composé, où l'on évite de passer par l'intermédiaire des glyoxalbisulfites, procédé que j'ai fait connaître précédemment [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence des lésions du cerveau sur la température.* Note de M. CH. RICHET, présentée par M. A. Richet.

« Les expériences de Tschechischin, Naunyn et Quincke, Brück et Gunter, Schreiber, etc., guidés par des faits cliniques remarquables [observations de Brodie (1837), Frerichs, Billroth, etc.], ont établi que l'excitation ou le traumatisme de la moelle cervicale, de la protubérance ou du bulbe, déterminent, dans certaines conditions, une hyperthermie générale, la température du corps pouvant alors s'élever à 41°, 42° et même 43°.

» Les expériences dont je vais donner ici succinctement la relation prouvent que l'excitation ou le traumatisme du cerveau (lobes antérieurs et couche corticale) exercent le même effet.

» Si l'on pique avec une épingle d'acier le cerveau d'un lapin, dans les lobes antérieurs, en ayant soin de respecter les corps opto-striés, on voit très rapidement, sinon dans tous les cas, au moins dans la plupart des cas, monter la température générale (mesurée dans le rectum avec des thermomètres vérifiés).

» En voici quelques exemples :

| | | |
|---|---|---|
| I. A $2^h$. Piqûre du lobe cérébral gauche (antérieur). | A $2^h$ ... | T = 39,6 |
| | A $5^h$ ... | T = 40,7 |
| II. A $1^h$. Piqûre du lobe cérébral droit (antérieur). | A $1^h$ ... | T = 39,7 |
| | A $2^h 30^m$ | T = 40,4 |
| | A $4^h$ ... | T = 40,6 |
| | A $5^h$ ... | T = 41,2 |

(1) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 295.

III. A 1ʰ. Piqûre du lobe cérébral droit (antérieur). A 1ʰ... T = 39,9
A 2ʰ... T = 40,1
A 6ʰ... T = 40,8
A 8ʰ... T = 39,9
Le lendemain T = 39,3

» Ces trois lapins sont aujourd'hui encore très bien portants.

IV. A 2ʰ. Piqûre du lobe cérébral droit antérieur. A 2ʰ.... T = 39,2
A 2ʰ45ᵐ T = 42,8
A 3ʰ45ᵐ T = 42,2
A 5ʰ30ᵐ T = 42,5

» Ce lapin est mort dans la nuit, et probablement d'hyperthermie; car les lésions ne portaient ni sur les ventricules ni sur les corps opto-striés.

» Ainsi le traumatisme du cerveau détermine une ascension rapide, et quelquefois passagère, de la température générale.

» En mettant à nu le cerveau et en le cautérisant soit avec le thermo-cautère, soit avec du phénol, soit avec du perchlorure de fer, on voit les mêmes effets thermiques se manifester.

» Si l'on prend un lapin et qu'on l'attache, sa température, comme on sait, baisse très rapidement, de 2° et plus par heure. Or, en excitant le cerveau par la cautérisation, même si l'on ne provoque aucune contraction musculaire, aucune attaque épileptiforme, on voit que la température ne baisse plus, ou ne baisse plus que d'une manière insignifiante. Un lapin, ainsi cautérisé, n'a baissé en 1ʰ40ᵐ que de 0°,35, alors qu'un lapin normal, toutes conditions égales d'ailleurs, eût baissé au moins de 3°.

» D'ailleurs, les lapins dont le cerveau a été cautérisé superficiellement avec du phénol, — ce qui exclut toute possibilité d'infection septicémique aiguë, — présentent très rapidement une fièvre traumatique nerveuse :

V. Lapin cautérisé : à 6ʰ du soir.................. T = 39,4
Le lendemain, à 2ʰ.............. T = 42,25

VI. Lapin cautérisé : à 4ʰ......................... T = 39,0
Après l'opération. A 4ʰ20ᵐ T = 38,5
A 5ʰ45ᵐ T = 40,1
A 7ʰ... T = 41,3

VII. Lapin attaché : à 4ʰ.......................... T = 39,7
Opération et cautérisation. A 4ʰ30ᵐ T = 38,4
Fin de l'opération. A 4ʰ45ᵐ T = 38,0
A 6ʰ10ᵐ T = 40,2
Le lendemain à 9ʰ nouvelle cautér.. T = 41,2
A 10ʰ30ᵐ T = 41,7
A 1ʰ30ᵐ T = 41,9
A 4ʰ... T = 41,6

VIII. Canard : cautérisation du cerveau; avant l'opération. $T = 41°,5$
$1^h 45^m$ après l'opération. $T = 42,9$
IX. Chien : avant l'opération.......................... $T = 38,4$
Cautérisation du lobe moyen et du lobe antérieur du cerveau gauche :
$5^h 30^m$ après l'opération.......... $T = 39,4$

» Ces exemples suffisent, je pense, pour établir ce fait que l'excitation traumatique du cerveau élève la température générale [1].

» Nous nous proposons de chercher les conditions de ce phénomène. S'agit-il d'une production plus grande de chaleur ou d'une déperdition moindre à la périphérie? Peut-on comparer ces effets à ceux d'une excitation allant mettre en jeu l'activité bulbaire? Quelles sont les parties du cerveau qui ont surtout cette action? Ce sont là des questions importantes qui se posent et que nous n'avons pu résoudre encore, même d'une manière imparfaite.

» Nous avons voulu seulement montrer qu'il existe une véritable *fièvre traumatique cérébrale*, et que l'excitation traumatique du cerveau peut provoquer le phénomène essentiel de la fièvre, c'est-à-dire l'hyperthermie. [2] »

ANATOMIE HUMAINE. — *Sur la distribution spéciale des racines motrices du plexus brachial.* Note de MM. **Forgue** et **Lannegrace**, présentée par M. Vulpian.

« En combinant les résultats de l'expérimentation sur les animaux avec les notions fournies par l'anatomie humaine, nous sommes arrivés aux conclusions suivantes, relativement à la fonction spéciale de chacune des racines motrices du plexus brachial chez l'homme.

» La cinquième racine cervicale fournit les nerfs de l'angulaire et du rhomboïde, le nerf sus-scapulaire. (Les muscles auxquels se rendent ces nerfs sont les seuls, dans le membre supérieur, qui ne soient innervés que par une racine.)

---

[1] MM. Eulenburg et Landois (*Comptes rendus*, 1876, t. LXXXII, p. 564) ont vu que l'excitation de l'écorce du cerveau amène des troubles vaso-moteurs, une dilatation paralytique des vaisseaux dans le membre du côté opposé, mais ils ne se sont pas occupés de l'hyperthermie générale qui résulte de cette excitation.

[2] Travail fait au Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris, avec l'aide de MM. Gley et Rondeau, que je remercie ici de leur intelligent et dévoué concours.

» Elle concourt :

» 1° A la formation du nerf musculo-cutané et, par lui, à l'innervation du coraco-brachial, du biceps et du brachial antérieur;

» 2° A la formation de la branche externe du médian et, par elle, à l'innervation du rond pronateur et du grand palmaire (les fibres destinées à l'avant-bras peuvent manquer dans la cinquième racine);

» 3° A la formation du tronc qui fournit les nerfs thoraciques antérieurs, et ainsi à l'innervation de la portion claviculaire du grand pectoral et du sous-clavier;

» 4° A la formation du nerf thoracique latéral et, par lui, à l'innervation des faisceaux supérieurs du grand dentelé;

» 5° A la formation du nerf circonflexe et, par lui, à l'innervation du deltoïde;

» 6° A la formation du nerf radial et, par lui, à l'innervation du long supinateur et des radiaux;

» 7° A la formation du phrénique et, par lui, à l'innervation de la partie postérieure du diaphragme (la partie antérieure de ce muscle étant innervée par des fibres venues des troisième et quatrième racines cervicales).

» La sixième racine cervicale concourt :

» 1° A la formation du musculo-cutané et, par lui, à l'innervation du biceps, du coraco-brachial et du brachial antérieur;

» 2° A la formation de la branche externe du médian et, ainsi, à l'innervation du rond pronateur et du grand palmaire;

» 3° A la formation du tronc commun des nerfs thoraciques antérieurs et, ainsi, à l'innervation du sous-clavier et de la partie claviculaire du grand pectoral;

» 4° A la formation du circonflexe et, par lui, à l'innervation du deltoïde;

» 5° A la formation du radial et, par lui, à l'innervation du long supinateur et des radiaux;

» 6° A la formation du nerf du grand dentelé et, ainsi, à l'innervation des faisceaux moyens de ce muscle;

» 7° A la formation du nerf phrénique et, par lui, à l'innervation de la partie postérieure du diaphragme.

» La huitième racine cervicale concourt :

» 1° A la formation du musculo-cutané et, par lui, à l'innervation du biceps, du coraco-brachial et du brachial antérieur;

» 2° A la formation de la branche externe du médian et, ainsi, à l'innervation du rond pronateur et du grand palmaire, et un peu aussi à l'in-

nervation des fléchisseurs sublime et profond (l'action sur ces derniers muscles est faible);

» 3° A la formation du tronc qui anime les muscles grand rond et grand dorsal;

» 4° A la formation du circonflexe et, par lui, à l'innervation du deltoïde (les fibres destinées au deltoïde peuvent manquer);

» 5° A la formation du tronc des nerfs thoraciques antérieurs et, ainsi, à l'innervation de la portion sterno-costale des muscles pectoraux;

» 6° A la formation du radial et, par lui, à l'innervation du triceps au bras, du long supinateur et des radiaux à la région externe de l'avant-bras, de tous les muscles de la région postérieure de l'avant-bras;

» 7° A la formation du cubital et, par lui, à l'innervation du cubital antérieur et de la partie interne du fléchisseur profond (l'action sur ces muscles est faible).

» La huitième racine cervicale concourt :

» 1° A la formation de la branche interne du médian et, par elle, à l'innervation du fléchisseur superficiel, du fléchisseur propre du pouce, des muscles de l'éminence thénar;

» 2° A la formation du cubital et, par lui, à l'innervation du cubital antérieur et de la partie interne du fléchisseur profond à l'avant-bras, des muscles de l'éminence hypothénar et des muscles interosseux à la main;

» 3° A la formation du radial et, par lui, à l'innervation du triceps au bras, des muscles de la région postérieure à l'avant-bras;

» 4° A la formation du tronc des nerfs thoraciques antérieurs et, ainsi, à l'innervation de la portion sterno-costale des muscles pectoraux;

» 5° A la formation du tronc qui anime les muscles grand rond et grand dorsal.

» La première racine dorsale concourt :

» 1° A la formation de la branche interne du médian et, par elle, à l'innervation du fléchisseur sublime, du fléchisseur propre du pouce, de la partie externe du fléchisseur profond et des muscles de l'éminence thénar;

» 2° A la formation du cubital et, par lui, à l'innervation du cubital antérieur, de la partie interne du fléchisseur profond, des muscles de l'éminence hypothénar et des interosseux;

» 3° A la formation du radial et, par lui, à l'innervation des muscles de la région postérieure de l'avant-bras. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un gigantesque Neurorthoptère, provenant des terrains houillers de Commentry (Allier).* Note de M. Ch. Brongniart, présentée par M. A. Gaudry.

« Dans la séance du 11 décembre 1882, j'avais l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur la découverte d'un insecte fossile, trouvé dans les schistes houillers de Commentry, qui ne mesurait pas moins de $0^m,25$, de la partie antérieure de la tête à l'extrémité de l'abdomen. Parmi les insectes vivants, aucun ne l'égale par sa taille; il fut proclamé le géant du groupe et désigné sous le nom de *Titanophasma Fayoli*, pour rappeler ainsi ses dimensions prodigieuses et ses affinités zoologiques avec les Phasmes.

» En Paléontologie, une découverte en amène une autre. Je possédais depuis quelque temps l'empreinte à peu près complète d'un insecte remarquable, dont le corps et les ailes étaient conservés. La nervation de ces dernières permettait de faire rentrer cet insecte dans le genre *Dictyoneura* (¹), créé par Goldenberg pour des empreintes d'ailes isolées.

» Il était donc, dès lors, possible de compléter les descriptions du genre *Dictyoneura*, puisque, sur l'échantillon en question, non seulement les ailes, mais le corps étaient conservés : corps trapu, lourd, à pattes assez courtes, à abdomen long et terminé, comme celui des Phasmiens actuels, par des appendices spéciaux dépendant des organes génitaux.

» Le *Dictyoneura Goldenbergi*, par la forme de son corps, se rapprochait beaucoup du *Titanophasma Fayoli*, mais ce dernier semblait dépourvu d'ailes, la partie supérieure du thorax n'étant pas conservée.

» Une découverte nouvelle tendit à montrer qu'il n'en était pas ainsi. On trouva à Commentry une empreinte d'aile, dont les proportions concordent avec celles du corps du *Titanophasma*; cette aile rappelait, par sa nervation, celle du *Dictyoneura Goldenbergi*, et, comme ces deux insectes étaient déjà assez semblables par la forme du corps, il fut permis de supposer que cette grande aile avait appartenu au *Titanophasma*.

» A Commentry, les découvertes ne cessent pas; le nombre des insectes fossiles trouvés dans ce gisement atteint maintenant *plus d'un millier* (²). Parmi les échantillons que M. Fayol m'a adressés, il en est un qui

(¹) Je lui donnai le nom de *Dictyoneura Goldenbergi*.

(²) J'ai déjà fait connaître les causes de ces nombreuses découvertes (*Comptes rendus*, séance du 11 décembre 1882).

mérite une mention toute spéciale, d'abord parce qu'il se rapporte à ce curieux groupe des *Dictyoneura,* ensuite parce que ses dimensions dépassent tout ce qu'on peut imaginer. C'est une aile qui a $0^m,30$ à $0^m,33$ de long.

» L'insecte avait quatre ailes assez semblables, comme l'indique une empreinte où l'on voit leurs insertions sur le thorax. Ces empreintes sont incomplètes, mais leur état de conservation est suffisant pour permettre, non seulement de restaurer les ailes, mais de se représenter le corps de l'insecte. En effet, cette aile est très voisine de celle du *Dictyoneura Goldenbergi.* L'insecte auquel a appartenu cette aile extraordinaire rentrera dans le genre *Dictyoneura* (Goldenberg), et je le désignerai sous le nom de *Dictyoneura Monyi,* le dédiant à M. Mony, Directeur général de la Société anonyme de Commentry-Fourchambault, qui a encouragé mes recherches, et que la mort vient d'enlever à ses nombreux amis.

» Une description détaillée de ces curieux insectes paraîtra prochainement.

» En résumé :

» 1° Les Phasmiens étaient représentés, à l'époque houillère, par des types analogues [1], mais différant toutefois de leurs congénères actuels par les organes du vol; j'ai proposé l'an dernier de les désigner sous le nom de *Protophasmiens.*

» 2° Ces *ancêtres* étaient plus grands que leurs *descendants;* en cela, ils sont parfaitement en rapport avec les végétaux de l'époque carbonifère.

» 3° Ces découvertes permettent de caractériser tout un groupe largement représenté pendant la période houillère, groupe que l'on ne connaissait jusqu'alors que par des débris d'ailes et que Goldenberg avait désigné sous le nom de *Palæodictyoptères,* sans en préciser les caractères.

» En terminant, qu'il me soit permis de faire remarquer combien les dimensions de ces insectes gigantesques sont surprenantes. On a peine à se représenter des insectes qui devaient avoir au minimum *cinquante centimètres* de long et *soixante-dix centimètres* d'envergure. »

BOTANIQUE. — *Sur l'origine des racines chez les Fougères.* Note de M. **Lachmann**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Le système caulinaire libéroligneux du rhizome ascendant de la Fougère mâle (*Aspidium Filix-mas*) forme un réseau à mailles hexagonales,

---

[1] *Protophasma Dumasii, Pr. Woodwardi, Titanophasma Fayoli, Dictyoneura Goldenbergi, Dict. Monyi,* etc.

du pourtour desquelles partent des faisceaux foliaires et des faisceaux radicaux. Les premiers sont au nombre de cinq à sept : l'un d'eux, médio-dorsal, part du fond de la maille; les autres s'insèrent symétriquement sur les bords de celle-ci. Les faisceaux radicaux sont au nombre de trois.

» Les auteurs ne donnent que des indications vagues ou inexactes sur les relations de ces faisceaux avec ceux de la tige et des feuilles.

» Dans son travail remarquable sur l'origine de ces racines, M. Trécul dit : « Ce n'est pas immédiatement du système fibro-vasculaire de la tige » qu'émane le faisceau qui doit former le cylindre central de la racine, » mais il part d'un des faisceaux foliaires, dont il n'est qu'une ramification. »

» Suivant Hofmeister, « les racines naissent des faisceaux qui parcourent le côté dorsal du pétiole. Ordinairement, il s'en forme deux » sur chaque pétiole. Immédiatement au-dessus de son insertion sur le » réseau caulinaire, le faisceau foliaire médian, qui sort de l'angle inférieur de la maille, se bifurque. Les deux branches ainsi produites sont » plus grosses que les autres faisceaux foliaires, et c'est exclusivement » d'elles que partent les racines chez la plante adulte. »

» Stenzel et Mettenius ont publié de longues descriptions du système libéroligneux de la Fougère mâle, mais en négligeant les faisceaux radicaux.

» J'ai constaté que les faisceaux radicaux sont toujours au nombre de trois : un médian inférieur et deux latéraux, placés symétriquement sur la moitié inférieure de la maille. Le faisceau radical inférieur émane toujours de l'extrémité supérieure d'un faisceau vertical de la tige. Il est inséré sur le côté externe de celui-ci, presque toujours exactement en son milieu et souvent un peu plus bas que le faisceau foliaire médio-dorsal. De ce point il monte obliquement dans l'écorce, et, après un trajet de $0^m,005$ à $0^m,007$, il se coude, s'amincit et sort à la base du pétiole avec la racine dont il forme le cylindre central. Ce faisceau radical inférieur est presque toujours absolument indépendant. Il n'en est pas toujours ainsi des faisceaux radicaux latéraux.

» Ceux-ci ont assez souvent un point de départ commun avec les faisceaux foliaires latéraux les plus inférieurs, auxquels ils peuvent adhérer sur une longueur qui varie de $2^{mm}$ à $4^{mm}$; mais la portion de cette base commune qui appartient au faisceau radical se distingue en général nettement de celle qui appartient au faisceau foliaire. Cette distinction se traduit par une teinte un peu différente des deux cordons concrescents, souvent aussi par un sillon extérieur qui descend du point où les deux faisceaux

deviennent libres jusque vers leur insertion, confondue sur le réseau caulinaire; de plus, et ceci est important, très souvent les deux faisceaux sont entièrement distincts l'un de l'autre dès leur insertion sur ce dernier. Ces racines latérales, se comportent d'ailleurs comme la racine inférieure; après une course oblique, elles percent de même l'écorce du pétiole, dont les couches superficielles forment une boutonnière autour de leur base.

» Les sections longitudinales, les séries de sections transversales successives, la comparaison avec les faisceaux radicaux d'autres Fougères que j'ai étudiées (*Blechnum, Lomaria, Polystichum, Phegopteris, Scolopendrium, Asplenium, Athyrium, Osmunda*, etc.), et chez lesquelles l'adhérence du faisceau radical avec un faisceau foliaire est plus rare, me confirment dans l'opinion que nous avons affaire ici à une simple concrescence de deux faisceaux distincts à l'origine.

» Mes nombreuses observations sur l'origine des racines adventives des Fougères me permettent d'affirmer que, chez les Polypodiacées, ces racines naissent sur le réseau caulinaire et non de la base d'un faisceau foliaire. Il en est toujours ainsi, même chez les espèces où, à l'état adulte, on observe assez fréquemment les concrescences dont il vient d'être question.

» Les dispositions que je viens de décrire sont faciles à constater sur un squelette préparé par dissection de matériaux frais.

» En employant le procédé de préparation indiqué par M. Sachs, malgré les plus grandes précautions, on brise infailliblement les faisceaux foliaires et radicaux au niveau de leur insertion, ou du moins très près de celle-ci. Les trois faisceaux inférieurs de la maille, que M. Sachs représente comme foliaires, correspondent précisément aux cylindres centraux des trois racines que j'ai toujours trouvées dans cette espèce à la base de chaque feuille; par conséquent la figure donnée par M. Sachs et reproduite par plusieurs auteurs doit être rectifiée sur ce point. Il en est de même de celle de M. Reinke, qui représente un squelette obtenu par macération.

L'indépendance de l'origine des faisceaux radicaux des Fougères (Polypodiacées, etc.), constatée par l'étude des organes adultes, est confirmée par l'étude du développement que je poursuis en ce moment (1). »

---

(1) Ces recherches ont été faites au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Lyon.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Des causes qui peuvent modifier les effets de l'action directrice de la lumière sur les feuilles.* Note de M. E. MER, présentée par M. Duchartre.

« Dans une Communication précédente, j'ai montré que l'action directrice de la lumière sur les feuilles est parfois dissimulée par le géotropisme (¹) : c'est ce qui résulte de l'examen des dispositions variées affectées par les aiguilles de *Picea excelsa*; mais d'autres causes peuvent produire des effets analogues.

» 1° Sur un *Abies pectinata* isolé et âgé d'une dizaine d'années au moins, les rameaux du bas ont les feuilles écartées les unes des autres et disposées à plat sur la face supérieure, presque aussi régulièrement que sur la face inférieure. Dans les rameaux plus élevés, au contraire, les feuilles de la face supérieure sont généralement dressées et placées de profil, tandis que celles qui forment les rangées latérales sont d'autant plus inclinées sur l'horizon qu'elles sont plus rapprochées de la face inférieure. Ces différences sont encore plus accentuées dans l'*A. Nordmanniana*, où les feuilles insérées à la face supérieure des rameaux avoisinant la cime sont presque verticales. Il semble que cette orientation de profil résulte du besoin qu'éprouvent ces feuilles de se soustraire à une trop vive lumière. Tel ne paraît pas cependant être le vrai motif de cette disposition, car les feuilles de la flèche, qui sont le plus exposées au jour, sont disposées dans un plan horizontal et à plat. Il est difficile de comprendre pourquoi elles auraient moins besoin de se préserver d'une vive radiation que celles qui occupent la face supérieure des rameaux voisins. L'explication suivante paraît plus vraisemblable. Les feuilles étant plus nombreuses sur les rameaux supérieurs, parce que la végétation y est plus active, se placent de profil pour être mieux éclairées que si elles se disposaient à plat. Étant très rapprochées, elles se recouvriraient et se porteraient ombrage. Cette explication semble d'autant plus fondée qu'on remarque parfois dans les *Abies* certains rameaux qui, ayant eu leur développement ralenti pour une cause quelconque, sont couverts de feuilles très rapprochées les unes des autres, placées toutes de profil et normalement au rameau, même à la face inférieure.

» 2° On sait que, dans un grand nombre de plantes douées de mouvements périodiques, les feuilles, grâce aux renflements moteurs dont elles

(¹) *Comptes rendus*, 16 avril 1883.

sont pourvues, se placent de face ou de profil suivant l'intensité de la radiation. Le passage d'une position à l'autre s'opère parfois en quelques minutes. La position de profil, qui a lieu tantôt par abaissement, tantôt par redressement des folioles, est alors appelée *sommeil diurne*. Elle est tantôt la même que celle du sommeil nocturne (*Oxalis Acetosella*), tantôt elle lui est opposée (*Robinia, Phaseolus*). De même qu'on regarde la position de sommeil nocturne comme acquise dans le but de préserver la feuille du rayonnement, on pense que celle de sommeil diurne est destinée à la protéger contre une radiation trop vive. Elle serait donc le résultat immédiat de l'action directrice de la lumière. D'après les observations suivantes, il ne semble pas qu'il en soit toujours ainsi.

» Si, par une température assez élevée, on maintient retournée une feuille de *Robinia Pseudacacia*, les folioles se dressent bientôt, en se rapprochant par la face inférieure, sans toutefois arriver au contact. Les résultats de l'expérience varient ensuite, selon qu'elle est faite à l'ombre ou au soleil. Dans le premier cas, les folioles restent dans la position qui vient d'être décrite et, à la tombée de la nuit, elles se rapprochent davantage les unes des autres (sommeil nocturne), pour s'écarter de nouveau le lendemain. Au bout de quelques jours cependant, par suite de torsions qui ont leur siège dans les renflements moteurs du pétiole commun et de ceux des folioles, celles-ci reprennent leur position primitive. Si, au contraire, l'expérience a lieu sous un vif soleil, les folioles se redressent tout d'abord, mais leur pétiole ne tarde pas à se tordre, de manière que, quelques heures après, elles sont disposées à plat, la face tournée vers le ciel. Dans celles de ces feuilles qui sont horizontales, le plan du limbe des folioles comprend le pétiole commun; il lui est plus ou moins oblique dans les feuilles inclinées. Les folioles en expérience restent ainsi exposées normalement à la direction des rayons lumineux, tandis que les feuilles voisines sont placées presque parallèlement à cette direction. Le lendemain, cependant, les premières ont repris leur position habituelle.

» Analysons cette expérience. Le redressement des folioles après le retournement de la feuille pourrait être regardé comme l'effet de l'apogéotropisme s'exerçant sur les renflements. Mais il se produit si rapidement, qu'on doit plutôt l'attribuer au retournement lui-même, qui agirait sur la feuille à la manière d'un ébranlement, d'où résultent une diminution dans la turgescence des renflements inférieurs et l'inclinaison des folioles. On sait, en effet, combien les feuilles des plantes dites *sensibles* ressentent les modifications qui ont lieu dans leur milieu. Quoi qu'il en soit, une autre action antagoniste de celle-là tend bientôt à abaisser les folioles : c'est l'action spéciale exercée par une vive radiation et qui les redresse en diminuant la turgescence des renflements supérieurs. Ces deux influences, agissant dans des sens opposés, se neutralisent, et, l'action directrice de la lumière deve-

nant seule manifeste, les folioles ne tardent pas à se placer horizontalement. A l'ombre, la lumière, n'exerçant que son action directrice, tend à remettre dans leur position primitive les folioles retournées; mais, comme cette action est très faible sous le couvert des arbres, ce rétablissement ne s'opère qu'au bout de plusieurs jours.

» Cette expérience montre que la position de sommeil diurne dans les feuilles de *Robinia* n'est pas due à l'action directrice de la lumière : ce n'est donc pas pour la recevoir sous une faible obliquité que les folioles se redressent. Les observations faites sur d'autres plantes conduisent à des conclusions analogues. Dans *Oxalis Acetosella*, les feuilles se rabattent verticalement, quelle que soit l'inclinaison des rayons lumineux; or, si elles exécutaient ce mouvement dans le but d'être éclairées le moins possible, elles devraient placer leurs folioles toujours parallèlement à la direction des rayons. On sait que, sous l'influence d'une radiation intense, les feuilles du *Phaseolus vulgaris* se placent verticalement. Si cette position était acquise par elles en vue de s'abriter d'une trop vive radiation, elles devraient toujours s'orienter, dans le cas d'un éclairage oblique, suivant la direction des rayons lumineux; or ce n'est pas ce qu'on remarque.

» De ce qui précède découlent les conclusions suivantes :

» 1° L'orientation des feuilles n'est pas *toujours* un indice de leurs besoins sous le rapport de l'éclairage, parce que cette orientation résulte parfois d'influences multiples qui modifient plus ou moins l'action directrice de la lumière.

» 2° Le sommeil diurne des feuilles ne doit pas être *toujours* considéré comme un résultat de cette action directrice acquis en vue de les soustraire à une trop vive radiation, puisque, si, dans certains cas, on modifie soit leur position, soit la direction des rayons lumineux, elles ne s'orientent plus de manière à être éclairées sous l'incidence la plus oblique.

3° Il en résulte que les termes de *diahéliotropisme* et de *parhéliotropisme*, employés dans leur plus large acception, doivent seulement servir à indiquer les positions des feuilles par rapport à la direction des rayons lumineux, sans rien faire préjuger des causes qui les ont produites.

4° Dans ce cas, comme dans bien d'autres, l'explication d'un fait ne saurait être puisée dans les nécessités imposées par de prétendues causes finales. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la diffusion de la christianite dans les laves anciennes du Puy-de-Dôme et de la Loire.* Note de M. **F. Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« En fait de zéolithes incluses dans les laves anciennes du Puy-de-Dôme et de la Loire, les minéralogistes ne semblent guère connaître que la mésotype du puy de Marman, celle du puy de la Piquette, et aussi de quelques autres gisements moins importants, où cette espèce minérale ne se montre plus qu'en petites masses fibreuses radiées.

» J'ai donné, à cet égard, dans un Mémoire sur les zéolithes de l'Auvergne (1873), une énumération aussi complète que possible des gisements zéolithiques du Puy-de-Dôme.

» A la mésotype il faut encore ajouter les rares petits cristaux d'analcime blanche du puy de Marman et de la Tuilière, et, pour ceux qui rangent l'apophyllite parmi les zéolithes, les petits octaèdres simples ou tronqués qui accompagnent la mésotype dans les calcaires à phrygames de la Piquette.

» A ces notions exactes est venue s'ajouter la notion fausse de l'existence de la stilbite dans les laves anciennes de Charade, de Gergovie et de Marman, sur l'assertion émise par Bouillet. C'est également à la suite d'une observation erronée que Fournet a fait une mésotype de l'aragonite de la coulée de Louchadière, et une émeraude de l'apatite de Roure.

» Si j'insiste sur ce point, c'est que de telles erreurs, vulgarisées par bon nombre d'Ouvrages généraux, ayant dans la Science une légitime autorité, sont par cela même, pour ainsi dire, indestructibles.

» Du reste, aujourd'hui encore, le musée Lecoq, qui, de même que beaucoup de musées minéralogiques de province, reste à l'état stationnaire, renferme, sous la rubrique *stilbite*, de simples rhomboèdres de calcite de Marman ou des octaèdres tronqués ($pa^1$) d'apophyllite du puy de la Piquette. C'est la seule stilbite que l'on rencontrera dans les collections du Puy-de-Dôme.

» A cette liste assez restreinte de zéolithes, j'ai eu l'occasion, en 1871 (*Comptes rendus*, 18 décembre), d'ajouter l'association de celle qui remplit les vacuoles de la dolérite de la chaux de Bergonne, près d'Issoire, savoir : la christianite, la phacolithe et la mésole. J'avais déjà, en 1869 (*Annales de la Société d'Agriculture de Lyon*, 19 novembre), observé accidentellement les deux premières sur une mésotype altérée du puy de Marman. Plus tard,

en 1872, je retrouvai la christianite associée dans des scories laviques au puy de la Velle [1], près de Champeix; puis, la même christianite avec mésole, calcite, aragonite, tachylite et magnétite dans le beau basalte compact du cap de Prudelles, sur la route de Clermont-Ferrand au mont Dore. Mon ami, M. Edmont Laval, l'observera encore dans la même roche, au plateau des Côtes, près de Clermont. Enfin je notai deux autres gisements, l'un près du village d'Aubière et l'autre dans un ravin sur le flanc est du plateau de Gergovia.

» Dans tous ces gisements, la christianite se présente en petits cristaux très nets, d'apparence simple, parfaitement visibles à l'œil nu, tantôt limpides et transparents, tantôt opaques et d'un blanc de lait. Le plus remarquable de tous est la carrière du cap de Prudelles, où le basalte s'est épanché sur la roche granitique et y a produit des phénomènes de métamorphisme depuis longtemps étudiés et décrits par L. de Buch (voir ses *Observations sur les volcans d'Auvergne*, traduites par M^me^ de Kleinschrod, et annotées par Lecoq). Indépendamment des cristaux de christianite et les empâtant souvent, se trouve, dans les cavités de ce basalte, une substance compacte, verdâtre, que, d'après M. Pisani, sa composition rapproche de la laumonite.

» J'ai observé la même association, dans des conditions de gisement, c'est-à-dire au sein de basaltes traversant le granite et le recouvrant, dans les montagnes du Forez et à la limite des départements du Puy-de-Dôme et de la Loire.

» Dans sa *Description géologique et minéralogique du département de la Loire* (1857), M. Gruner, en traitant des cônes basaltiques du Forez, cite (p. 687 et suivantes) les basaltes géodiques des environs de Montbrison, et spécialement du mont Simiouse où, dit-il, on rencontre *la mésotype cristallisée en prismes quadrangulaires avec ses troncatures caractéristiques sur les angles*. Notons, en passant, que cette définition conviendrait mieux à la christianite, la mésotype présentant une pyramide formée par des troncatures sur les arêtes de la base. Il ajoute que les basaltes à soufflures sont cependant rares dans le département de la Loire. Un peu plus loin (p. 690), il fait remarquer que, *dans le Forez, le basalte n'a pu percer la crête des monts, et qu'en approchant de la ligne de faîte on ne rencontre souvent, au lieu de véritables buttes, qu'un assemblage de blocs plus ou moins arrondis,*

[1] Et non pas au puy de la *Veille*, comme l'écrivent à tort quelques auteurs. La Velle, ou la jeune vache, est, pour le Puy-de-Dôme, l'analogue du *litla Baula* de l'Islande.

*soulevant le granite des environs sous forme de dôme très peu bombé de 50 à 100$^{mq}$ d'étendue, tels sont les deux amas que l'on voit à une faible distance de la route de Verrières à Saint-Anthème, l'un un peu au sud du hameau de Robert, l'autre à l'ouest du hameau de la Bruyère, et tels aussi les deux culots basaltiques de Gumières, l'un au nord-ouest du bourg, le second aux environs du hameau du Montel.*

» C'est précisément dans les basaltes employés à empierrer la partie de la route de Montbrison à Saint-Anthème, qui traverse le bois de Verrières, que j'ai observé de nombreuses vacuoles, géodes ou soufflures, tapissées de christianite; les cristaux en sont très nets, d'environ 1$^{mm}$ de diamètre, et le plus souvent d'un blanc de lait. A côté de cette zéolithe, qui est l'espèce principale et fort abondante de ces pointements basaltiques, on trouve quelquefois de petites masses fibreuses de mésotype, dont la pyramide surbaissée est bien visible à la loupe; de rares et peu nets cristaux de calcite; puis, beaucoup plus abondamment que dans le basalte de Prudelles, ces masses compactes, verdâtres ou bleu verdâtre, sorte de laumonite où, sur quelques points, libres dans la géode, la matière minérale offre un commencement d'individualisation; enfin, et exceptionnellement, quelques cristaux d'apparence octaédrique, à faces rugueuses, que je crois devoir rapporter à la gismondine, et un globule de quelques millimètres de diamètre, à surface chagrinée, analogue à ceux de la puflérite de la Seisser-Alp.

» En résumé, on voit, par les observations qui précèdent, et dont j'espère augmenter encore le nombre, que, si la mésotype est la plus belle des zéolithes des basaltes du Plateau central, la christianite n'offre pas, dans ces roches, un moindre intérêt au minéralogiste et au pétrographe, à cause de sa diffusion, jusqu'ici peu remarquée des naturalistes. »

GÉOLOGIE. — *Origine de certains phosphates de chaux, en amas dans les calcaires de la série secondaire, et de certains minerais de fer appartenant à la division des minerais en grain.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« 1° Les boues qui se déposent dans les marais salants contiennent des quantités d'acide phosphorique très supérieures à celles qui existent dans les boues des rivières et des fleuves. La moyenne de nombreuses analyses m'a donné 7 pour les boues des marais salants de Berre, celle des boues de la Durance étant 1. Ces boues des marais salants sont riches en manga-

nèse. — D'un noir intense quand elles sortent des bassins, elles s'oxydent à l'air avec une grande rapidité. — L'eau qui les a lavées dans ce dernier état attaque les calcaires les plus purs et les plus résistants, mais avec une activité toute spéciale, les calcaires magnésiens.

» 2° Les calcaires bitumineux, comme ceux de l'oxfordien, et les calcaires *magnésiens* des séries sédimentaires, les uns et les autres si développés dans les Alpes et le midi de la France, sont relativement riches en phosphate de chaux et en manganèse.

» 3° Les marbres cipolins, au nombre de plus de mille, qui m'ont servi dans mes recherches sur la concentration du manganèse, m'ont tous donné de l'acide phosphorique en quantité notable; dans bien des cas, la proportion a atteint et même dépassé *un pour cent*. C'est là un résultat sur lequel j'appelle l'attention, car il constitue un nouvel argument en faveur de l'idée déjà formulée ailleurs, que les cipolins auraient été isolés des roches qui les encaissent par l'action de l'eau liquide (cette eau ayant pu d'ailleurs être à une très haute température).

» Les recherches que je viens de résumer trouvent une application directe dans la grande question, à la fois scientifique et industrielle, des phosphates de chaux naturels, exploités en diverses régions, notamment en France.

» Les principaux faits acquis dans cet ordre, par les recherches de mes prédécesseurs et les miennes, sont les suivants :

» 1° Les phosphorites n'existent que dans les régions constituées *par des calcaires durs* et privées d'eau.

» 2° Ces calcaires appartiennent toujours aux types (calcaires bitumineux et dolomies) que mes analyses m'ont montrés être particulièrement riches en phosphates.

» 3° Les régions qui contiennent les phosphates sont généralement en relation d'altitude avec des dépôts de la série tertiaire.

» 4° Les dépôts de phosphorites sont toujours situés sur des plateaux *calcaires* plus ou moins élevés, mais rentrant invariablement dans cette règle, qu'*il existe autour d'eux des dépressions ou des fractures, constituant un système d'appel permanent pour les eaux des plateaux*.

» 5° Les cavités à phosphorites contiennent toujours des quantités très considérables d'argiles rouges, mêlées de minerai de fer en grain, le tout identique à certains minerais de fer en grain très abondants dans beaucoup de régions calcaires.

» 6° Les phosphorites existent dans les parties plus ou moins horizon-

tales et surtout dans les poches latérales des excavations; mais partout un fait invariable se reproduit : les phosphorites sont toujours incrustées sur le *sol* des galeries et des poches, jamais au *plafond*.

» 7° Les phosphorites les moins colorées, même celles qui sont d'une blancheur de neige, sont toujours très riches en manganèse.

» Résumant et comparant les deux ordres de faits qui viennent d'être exposés, on arrive aux deux conséquences suivantes :

» *Phosphorites.* — Les agents qui ont rongé les calcaires et déposé, dans les cavités ainsi formées, des argiles, des minerais de fer en grain et des phosphorites, pourraient être analogues ou même identiques aux eaux et aux boues des lagunes de la période moderne. Ces eaux, après l'oxydation des boues, creuseraient rapidement les roches calcaires, d'autant plus rapidement même que ces dernières seraient plus magnésiennes. Ces eaux, contenant déjà des phosphates provenant des boues des lagunes, dissoudraient en même temps celui qui existe dans le calcaire de la montagne creusée par les eaux. On aurait alors deux grands ordres de produits : d'un côté, du calcaire, des phosphates et du fer à l'état de dissolution; de l'autre, des argiles très ferrugineuses en suspension. Quand, par une cause quelconque, le courant d'eau se trouverait suffisamment ralenti, le phosphate abandonnerait, au contact de la roche calcaire de la paroi, l'élément acide qui le tient en dissolution et se déposerait; mais il se déposera *dans les parties basses* des galeries et des poches, *sous* l'argile, et ne pourra jamais se précipiter que dans des cavités *à parois calcaires*.

» *Minerais de fer en grain.* — Si l'on met en contact, avec du calcaire, de l'eau acide contenant en dissolution des phosphates et du fer, il se précipite du phosphate de fer. L'union du phosphore et du fer n'a rien que de très naturel, et même de nécessaire, dans le cas des minerais des phosphatières; mais, pour les minerais de fer en grain, cette association est un fait général. Tous les grands ingénieurs, M. Daubrée en particulier, ont insisté sur ce point, et il a encore été rappelé tout récemment par M. Nivoit, dans son remarquable travail sur les phosphates, publié dans l'un des derniers fascicules de l'*Encyclopédie chimique* de M. Fremy. Les recherches réunies plus haut permettent de considérer certains minerais de fer, appartenant à la division des minerais en grain, et les phosphates en amas dans les roches calcaires, comme étant des manifestations d'un même phénomène, des produits d'une même réaction; ils proviendraient, les uns et les autres, partie des eaux et de boues marines oxydées, et partie du calcaire même des roches dans lesquelles on les trouve aujourd'hui. Voilà pourquoi le

minerai de fer en grain est toujours phosphoreux, parfois même jusqu'à être industriellement inutilisable; voilà pourquoi on ne le trouve jamais qu'en contact avec des calcaires; voilà pourquoi les phosphates sont toujours associés à ces sortes de minerais.

» Les conclusions qui précèdent sont reliées et fortifiées par un résultat d'ordre beaucoup plus général, que j'ai établi précédemment. J'ai montré que les gypses, les sels, etc., de la période tertiaire sont, comme les produits correspondants du trias, des dépôts de lagunes, laissés par l'évaporation des eaux marines des époques correspondantes, et l'on sait que ces dépôts sont plus développés dans la série tertiaire que partout ailleurs. A aucune époque, dès lors, il n'a existé autant de lagunes que pendant l'ère tertiaire. L'existence de ces lagunes est la conséquence des changements incessants survenus dans les répartitions des continents et des mers pendant l'ère tertiaire, changements dont la vérité est depuis longtemps complètement établie *par des raisons d'ordre purement géologique*. Dès lors, la séparation et l'isolement des phosphates, des argiles ferrugineuses et de certains minerais de fer en grain, ont dû s'effectuer surtout pendant les temps tertiaires, puisque les conditions nécessaires et suffisantes pour amener ce résultat ont eu, comme durée et comme intensité, leur maximum pendant cette période. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les halos vus au parc de Saint-Maur.* Note de M. E. **Renou**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Nous venons d'être temoins d'un phénomène d'optique atmosphérique assez rare. Le 29 mars au matin, le Soleil était entouré d'un faible halo; bientôt apparurent les parhélies ordinaires, tantôt à droite, tantôt à gauche du Soleil; à $11^h$, le halo ordinaire était accompagné du halo circonscrit, qui lui est tangent en haut et en bas; de deux parhélies, brillants, colorés, à 6° environ en dehors du halo ordinaire et traversés par l'arc circonscrit; enfin du cercle parhélique qui, à $11^h 15^m$, faisait le tour entier du ciel.

» Les parhélies de 22° sont assez communs; nous en observons plusieurs chaque année; le cercle parhélique dont on voit quelquefois des fragments, surtout près des parhélies, est bien rarement complet, car je ne l'ai pas observé depuis le 19 mai 1851.

» Il est rare aussi de voir des parhélies avec une hauteur du Soleil de près de 45°, et par suite si éloignés du Soleil

» Le 29 mars, la hauteur barométrique à midi était $754^{mm},52$ à l'altitude de $49^{m},30$, avec une température de l'air égale à $15^{\circ},8$ et qui a varié de $2^{\circ},3$ à $18^{\circ},5$ dans toute la journée; le vent, faible ou modéré, soufflait est-nord-est ou nord-est; les cirrhus venaient du sud-ouest; les cumulus lentement du sud-est.

» Les parhélies, on le sait, sont déterminés par la déviation minimum qu'éprouvent les rayons du Soleil en traversant des prismes de glace hexagonaux. Le halo circonscrit est produit par la réfraction des rayons solaires au travers de prismes courts ayant la forme de pavés hexagonaux et tombant sur la tranche à travers l'atmosphère. Ces halos sont, en raison de leur mode de production, teintés des couleurs de l'arc-en-ciel plus ou moins nettes. Le cercle parhélique, dû à la réflexion du Soleil sur des facettes verticales, est absolument blanc; de plus, il offre la même largeur verticale que le Soleil, c'est-à-dire $0^{\circ},5$, si les facettes sont absolument verticales. C'est précisément cette largeur qu'offrait le cercle parhélique le 29 mars, ce qui prouve que les plans réfléchissants s'écartaient très peu de la verticalité. Dans cet état de l'atmosphère, les cristaux de glace devaient tomber assez rapidement; aussi les cirrhus ont-ils disparu promptement pour faire place à des cirrho-cumulus, plus bas dans l'atmosphère. »

M. L. Thévenin adresse une Note relative à la courbe de suspension d'un fil dont la section est en chaque point proportionnelle à la tension.

M. E.-J. Maumené adresse une Note sur l'existence du manganèse dans les vins.

Les analyses ont porté : 1° sur un vin rouge de Grave (canton du Bois d'Oingt) de 1865; 2° sur un vin rouge de Grave de 1882; 3° sur un vin blanc de 1883. Dans le premier de ces vins, le manganèse paraît exister à l'état de tartrate de potasse et de manganèse; le poids du manganèse métallique est, par litre, de $0^{gr},005$ à $0^{gr},007$, ou, en tartrate, de $0^{gr},051$ à $0^{gr},73$. Le second vin paraît en contenir une proportion peu différente; le troisième en contient également. Il est à remarquer que les terrains où sont cultivées les trois vignes appartiennent à une région où le manganèse abonde : ils sont à $40^{km}$ de la Romanèche. On sait d'ailleurs, par les études de MM. Dieulafait et Leclerc, que presque tous les terrains contiennent du manga-

nèse, et M. Leclerc l'a même signalé dans les tiges et les racines du pineau d'Aï, puis dans les cendres de marc.

M. **Hartmayer** adresse une Note « Sur les richesses anthropologiques du cercle de Djelfa (subdivision de Médéah), et sur une station préhistorique découverte à $80^{km}$ au sud de Djelfa, sous les ruines de l'ancienne ville romaine de Messaad, station qui paraît tenir à la fois des stations de Solutré et de la Madelaine ».

M. **H. Dubus** adresse une Note relative à la destruction progressive des pièces de bois contenues dans la maçonnerie des anciennes fortifications de la ville de Gisors.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

## COMITÉ SECRET.

La Section de Géographie et Navigation présente la liste suivante de candidats, pour la place laissée vacante par la mort de M. *Yvon Villarceau*.

| | |
|---|---|
| *En première ligne*. . . . . . . . . . . . . . | M. **Bouquet de la Grye**. |
| *En deuxième ligne*. . . . . . . . . . . . . . | M. l'Amiral **Cloué**. |
| *En troisième ligne*, ex æquo, *par ordre alphabétique*. . . . . . . . . . . . . | M. **E. Bertin**.<br>M. **A. Grandidier**. |

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

J. B.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 31 mars 1884.

*Le Muséum d'Histoire naturelle.* Paris, Bourloton, 1884; in-8°.

*Annales du Bureau des Longitudes. Travaux faits à l'Observatoire astronomique de Montsouris (Section navale) et Mémoires divers;* t. III. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-4°.

*Mémoires de la Société géologique de France;* 3e série, t. III. *Étude paléontologique et stratigraphique sur le terrain oligocène marin aux environs d'Etampes; par* MM. Cossmann et J. Lambert. Paris, au local de la Société, rue des Grands-Augustins, 7, 1884; in-4°.

*Collection de Mémoires relatifs à la Physique, publiés par la Société française de Physique;* t. I: *Mémoires de Coulomb.* Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°. (Présenté par M. Janssen.)

*Traité des fièvres palustres, avec la description des microbes du paludisme; par* A. Laveran. Paris, O. Doin, 1884; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

E. Rivière. *Expédition scientifique du cap Horn. Exposition des instruments et collections.* Paris, 1884; in-4°. (Extrait de la *Revue scientifique.*) (Présenté par M. Alph. Milne-Edwards.)

*Liste des positions géographiques en Afrique (continent et îles); par* Henri Duveyrier; 1er fasc., A.-G. Paris, Société de Géographie, 1884; in-4°. (Présenté par M. d'Abbadie.)

T. Husnot. *Musci Galliæ;* fasc. XV, nos 701-750. Cahan, par Athis (Orne), 1884; in-4° en carton.

*Aperçu sur les insectes fossiles en général et observations sur quelques insectes des terrains houillers de Commentry (Allier); par* M. Ch. Brongniart. Montluçon, imp. A. Herbin, 1883; in-8°. (Présenté par M. A. Gaudry.)

*Découverte paléontologique à Hachan près Castelnau-Magnoac; par* M. le Dr G. Gailhard. Tarbes, imp. Lasserre, 1884; opuscule in-8°. (Deux exemplaires.)

*Champignons comestibles et vénéneux dans l'arrondissement de Toul; par* C. Husson. Nancy, imp. Sordoillet, 1884; br. in-8°.

*Biographie de O. Hallauer*; *par* G.-A. Hirn. Mulhouse, imp. Bader, 1884; in-4°. (Présenté par M. Faye.)

*Quelques remarques concernant mes recherches sur les comètes*; *par* Th. Bredichin. Moscou, 1884; br. in-8°.

*On Cremonian congruences*; *by* Dr T. Archer Hirst. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extracted from the *Proceedings of the London mathematical Society*.)

---

## *ERRATA.*

(Séance du 24 mars 1884.)

Page 719, ligne 8 en remontant, *au lieu de* avril, *lisez* février.

# COMPTES RENDUS
## DES SÉANCES
## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 7 AVRIL 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MEMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. le vice-amiral *de Jonquières*, comme Académicien libre, en remplacement de feu M. L. Breguet.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **de Jonquières** prend place parmi ses Confrères.

M. le colonel **Perrier** fait hommage à l'Académie, au nom de S. M. l'Empereur *dom Pedro,* d'une Carte de l'empire du Brésil.

« Cette Carte, obtenue par les procédés ordinaires de la lithographie en couleurs, à Rio-de-Janeiro même, n'est que la réédition d'une Carte déjà publiée en 1875; mais elle est revisée et mise à jour pour les lignes télégraphiques, les voies de communication terrestres, fluviales ou maritimes, l'orographie et l'hydrographie de ce vaste empire.

» Ce n'est encore qu'une Carte générale, à l'échelle de $\frac{1}{5000000}$, mais le

moment n'est pas éloigné où, sous la haute impulsion de notre illustre et savant Associé, des travaux de triangulation vont être entrepris au Brésil pour servir à l'étude plus complète de la forme de la Terre et pour asseoir sur des bases sûres une Carte topographique régulière, réclamée de la manière la plus pressante par le commerce, l'industrie, la colonisation et tous les services publics. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE AUX CONSTRUCTIONS. — *Sur une évaluation, ou exacte ou d'une très grande approximation, de la poussée des terres sablonneuses contre un mur destiné à les soutenir;* par M. DE SAINT-VENANT.

« **1.** On sait que les formules données en 1856 par Rankine, connues en France en 1870, et celles de M. Levy, 1867-1869, plus rationnelles dans le principe de leur établissement et plus précises dans les conclusions qu'il en tire, fournissent, pour la grandeur et la direction de la poussée dont il s'agit, des évaluations théoriquement exactes dans les cas où une certaine relation existe entre les angles faits avec la verticale et avec l'horizon par la face de soutènement et par le talus, supposé plan, du haut des terres; mais que, dans tous les autres cas, l'application des mêmes formules affectées de ces deux angles conduit à exagérer, d'une manière souvent considérable et inutilement dispendieuse, l'épaisseur à donner au mur, tant en raison de la grandeur trop forte que ces formules attribuent à la composante normale de la poussée des terres, que de l'inclinaison, faite au contraire trop faible, de cette poussée, sur la normale au mur, ce qui équivaut à faire plus petit qu'il n'est un frottement de terre contre mur, favorable à la stabilité.

» Pour en offrir un exemple, prenons le cas fréquent où la surface de la terre est horizontale et où la face du mur est verticale. On peut voir (1er semestre 1870 des *Comptes rendus*, à la page 227 du Rapport du 7 février, approbatif du Mémoire de 1867-1869, ainsi qu'à la page 234 de la Note que nous y avons annexée, et aussi à la page 279 de ce Mémoire imprimé avec additions par M. Levy au *Journal de Liouville* en juillet 1873) que si, en général, $\omega$ et $\varepsilon$ sont les angles de la surface de la terre avec l'horizon et de la face postérieure du mur avec la verticale, et si $\tang\varphi$ est le coefficient du frottement de terre contre terre : 1° la condition énoncée de la parfaite exactitude théorique des formules dont nous parlons est

$$\cos(2\varepsilon+\varphi-\omega)=\frac{\sin\omega}{\sin\varphi}, \tag{1}$$

condition impossible à remplir dans le cas considéré $\omega = 0$, $\varepsilon = 0$, car elle se réduit alors à $\sin 2\varphi = 0$, d'où $\tang \varphi = 0$, ce qui ne conviendrait que si la terre soutenue était un liquide; 2° et, dans le même cas de $\omega$ et $\varepsilon$ nuls, ces formules donnent $\tang^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)$ pour ce par quoi, afin d'avoir la composante normale de la poussée, il faudrait multiplier la valeur $\frac{\Pi h^2}{2}$ qu'elle aurait si la terre, d'une pesanteur spécifique $\Pi$, était un liquide soutenu par le mur d'une hauteur $h$ : ce qui est trop fort; 3° enfin on aurait, pour la composante tangentielle, zéro, tandis qu'elle doit égaler la composante normale multipliée par $\tang \varphi$, comme tout le monde l'admet depuis que Poncelet en a fait la remarque.

» Aussi, et en admettant même que l'application, à toutes les valeurs de $\omega$ et de $\varepsilon$, des formules de 1856-1869, puisse être regardée comme fournissant une première approximation, une deuxième ou plus réelle approximation de la solution était fortement désirée.

» 2. M. Boussinesq fit en conséquence (4 avril 1870, p. 751) une première tentative en réponse à l'appel que nous faisions aux lecteurs de la deuxième partie (14 février, p. 283-285) de notre annexe au Rapport du 7 février, et où nous indiquions, comme pouvant y mener (*voir* aussi notre Note du 4 avril, p. 717), l'addition aux composantes données par les formules, des trois dérivées secondes en $x$ et $y$ d'une fonction $\psi'$ analogue à l'inconnue unique $\psi$ dont avait parlé M. Levy, mais, ici, assez petite pour pouvoir négliger les carrés et produits de ses dérivées et rendre ainsi l'intégration effectuable. Après avoir, en 1882 (*Annales des Ponts et Chaussées,* juin, n° 29, p. 625), utilisé l'intégrale ainsi obtenue de manière à resserrer la solution entre deux premières limites, il vient, dans ses trois Notes des 17, 24 et 31 mars 1884, de réaliser cette idée plus complètement, en faisant en sorte que la limite supérieure soit moins élevée, au moyen de la supposition provisoirement faite, pour le massif de terre, d'un certain degré d'hétérogénéité, ou d'une variation, suivant une loi simple, du coefficient des frottements pour la partie avoisinant le mur. Il arrive ainsi à deux résultats peu éloignés l'un de l'autre, entre lesquels est forcément comprise la solution qu'on cherche, sans que leur obtention oblige ensuite, dans le calcul de l'épaisseur du mur, à attribuer au coefficient du frottement qu'y exerce la terre une autre valeur que celle, $\tang \varphi$, relative au frottement de terre contre terre.

» Il trouve par suite, en prenant $\varphi = 34°$, nombre donné par les di-

verses expériences sur le sable, et en appliquant ses nouvelles formules au cas le plus défavorable, celui du terre-plein horizontal et du mur vertical, 0,2081 et 0,2538 multipliés par la *pression fluide* $\frac{\Pi h^2}{2}$ pour les deux limites de la poussée. Ces deux nombres diffèrent de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{6}$ du plus grand des deux : mais si l'on vient à calculer, en tenant compte du frottement contre le mur, le rapport, à sa hauteur $h$, de l'épaisseur $b$ à lui donner, en attribuant, pour fixer les idées, à la densité de sa matière une valeur égale à celle de la terre (et en supposant, par exemple, la fondation assez solide, ainsi que la maçonnerie, pour que le mur ne puisse tomber que par renversement autour du côté antérieur de sa base) on trouve, pour ce rapport $\frac{b}{h}$, deux limites bien plus rapprochées, savoir 0,2024 et 0,2176.

» Elles ne diffèrent entre elles que de $\frac{1}{14}$. Et, si l'on considère que les expériences les mieux faites en France et ailleurs ont sensiblement donné, pour la poussée du sable, la moyenne arithmétique des deux limites données plus haut, que fournit la théorie nouvelle ici exposée, on peut inférer que, si l'on adopte, pour la sécurité, la seconde des deux valeurs de $\frac{b}{h}$ qui viennent d'être écrites, on n'aura excédé la juste épaisseur que d'environ $\frac{1}{30}$. Il en serait tout autrement si l'on s'en tenait, pour ce même cas, à la formule de Rankine, qui donne alors $\frac{b}{h} = 0,3070$, ou une erreur, par excès, de moitié.

» Les nouvelles recherches de M. Boussinesq rendent à l'art des constructions, où les économies possibles et sans danger ont tant d'importance, un service réel, et on peut les regarder comme fournissant aux ingénieurs des moyens de calcul qui répondront, pour bien longtemps, à ce qui était désiré dans la question énoncée. »

CHIMIE. — *Sur les chaleurs spécifiques de l'eau et de l'acide carbonique à de très hautes températures;* par MM. BERTHELOT et VIEILLE.

« Les expériences que nous avons publiées sur les mélanges gazeux détonants nous ont permis d'évaluer les valeurs probables des chaleurs spécifiques totales des systèmes résultant de la combustion à diverses températures, comprises entre 1800° et 4500°, d'un thermomètre défini par les lois ordinaires des gaz. On peut aller plus loin. En effet, ces systèmes étant formés de vapeur d'eau et d'acide carbonique, purs ou mêlés

d'azote, il suffit de connaître la chaleur spécifique de ce dernier gaz, telle que nous l'avons calculée dans ce Recueil, pour tirer de nos données les chaleurs spécifiques de l'eau et de l'acide carbonique, ou plutôt des valeurs probables assez approchées. Nous parlons ici des chaleurs spécifiques apparentes, qui comprennent la chaleur absorbée à la fois par l'échauffement du gaz composé, par celui de ses éléments en partie séparés dans la période de dissociation, et par sa dissociation même. Cette dernière sera discutée séparément. Observons, enfin, qu'il s'agit de chaleurs spécifiques à volume constant, sous des densités faibles, et que ces chaleurs spécifiques ont été démontrées par nous indépendantes de la densité, c'est-à-dire de la pression finale du système ramené à 0°.

» I. *Vapeur d'eau.* — Pour calculer les résultats relatifs à la vapeur d'eau, il suffit de retrancher des nombres C de la page 604 la chaleur spécifique moléculaire de l'azote, calculée d'après la formule

$$4,75 + 0,0016\,(T - 1600).$$

| | Mélange | T. | C totale. | C de l'azote. | C moléculaire moyenne de $H^2O^2$ entre 0° et T. |
|---|---|---|---|---|---|
| (1) | $H^2 + O^2$ .......... | 3240 | 18,12 | » | 18,12 |
| (7) | $H^2 + O^2 + \frac{1}{2}Az$ ..... | 2860 | 20,52 | 1,69 | 18,83 |
| (8) | $H^2 + O^2 + Az^2$ ..... | 2543 | 23,08 | 6,26 | 16,82 |
| (9) | $H^2 + O^2 + 2Az$ .... | 2180 | 26,93 | 11,36 | 15,57 |
| (10) | $H^2 + O^2 + 3Az$ .... | 1798 | 32,05 | 15,21 | 16,84* |
| (11) | $H^2 + Az^2O^2$......... | 3133 | 25,09 | 7,20 | 17,89 |
| (12) | $H^2 + Az^2O^2 + Az$ ... | 2601 | 30,60 | 12,70 | 17,90 |

» La concordance des nombres relatifs à la vapeur d'eau, observés pour une même température avec deux systèmes et deux densités différentes, tels que (1) comparé à (11), et (8) comparé à (12), est aussi grande qu'on pouvait l'espérer dans de telles mesures.

» Le nombre même obtenu en présence d'un grand excès de gaz inerte (10) ne s'éloigne pas beaucoup; cependant nous l'avons marqué d'un astérisque et écarté de nos calculs, parce qu'il répond à une combustion douze fois aussi lente que le premier, d'après nos mesures.

» On voit que la chaleur spécifique moyenne de la vapeur d'eau s'accroît avec la température, assez lentement d'ailleurs, et conformément à la formule empirique

$$16,2 + 0,0019(T - 2000).$$

» Rappelons que la chaleur spécifique moyenne de la vapeur d'eau

entre 130° et 230° peut être évaluée à 6,65 (à volume constant). Elle serait donc plus que doublée vers 2000°, triplée à 4000°.

» La chaleur spécifique élémentaire, c'est-à-dire le rapport $\frac{dQ}{dT}$, sera

| | |
|---|---|
| Vers 2000° | 16,2 |
| Vers 3000° | 20,0 |
| Vers 3500° | 21,9 |
| Vers 4000° | 23,8 |

» Comparons la chaleur spécifique élémentaire de la vapeur d'eau avec celle de ses éléments. On a :

| | Pour l'eau. | Pour les éléments. |
|---|---|---|
| Vers 2000° | 16,2 | 9,2; l'excès = 7,0 |
| Vers 4000° | 23,8 | 18,7; l'excès = 5,1 |

» Cet excès représente un double travail, savoir : le travail de désagrégation moléculaire du gaz composé, sans changement dans sa composition chimique, et le travail même de dissociation, c'est-à-dire de décomposition proprement dite. En raison de cette dernière circonstance, l'excès indiqué semble décroître, à mesure que la dissociation augmente; la proportion réelle de vapeur d'eau présente dans le système étant moindre à 4000° qu'à 2000°.

» Le travail de désagrégation moléculaire qui précède la décomposition mérite une attention toute particulière. Il se manifeste dès 200° avec l'acide carbonique (*Essai de Méc. chim.*, t. I, p. 337), et il se produit aussi bien avec ce gaz, qui est formé avec dégagement de chaleur, qu'avec le protoxyde d'azote, formé au contraire avec absorption de chaleur : opposition propre à montrer qu'il ne s'agit pas ici d'une dissociation commençante; car la décomposition du protoxyde d'azote n'est pas réversible pendant le refroidissement. Ce travail répond à un accroissement d'énergie potentielle, tel que celui qui résulterait du changement du nombre de molécules, sans décomposition d'ailleurs, comme on le suppose pour le chlore, ou de l'écartement intérieur des parties constitutives de chacune des molécules chimiques, écartement produit par la vitesse croissante des rotations et des vibrations. Il rappelle la dislocation intérieure et l'écartement des molécules physiques qui précèdent la rupture d'un fil, soumis à des efforts de traction croissante. On peut aussi le rapprocher de certains effets de polarisation, qui précèdent l'électrolyse proprement dite.

» La chaleur de formation de l'eau diminue sans cesse, par suite de ce double travail de désagrégation moléculaire, sans décomposition, et de dis-

sociation proprement dite. Vers 2000° la diminution serait de 8400^cal; vers 3000° : 15,200; vers 4000° : 21,600. Par suite, la chaleur de formation de l'eau, égale à 58 700^cal vers 0°, se réduira vers 2000° à 50 600^cal; vers 3000°, à 43,500 ; vers 4000°, à 37 100^cal; c'est-à-dire qu'elle diminuera d'un tiers.

» Cette diminution est fort importante dans la prévision des réactions exercées par l'hydrogène. Elle montre, par exemple, que vers 2000° la combinaison de 1^gr d'hydrogène avec 8^gr d'oxygène dégage seulement 25 300^cal; tandis que l'union du même poids d'hydrogène avec le chlore dégagerait environ 26 000^cal. Les deux quantités deviendraient donc égales vers 2000°; au-dessus, l'affinité du chlore pour l'hydrogène surpasserait celle de l'oxygène.

» Essayons d'aller plus loin. Dans les calculs qui ont servi à établir les valeurs précédentes [1], la dissociation a été évaluée beaucoup trop haut; car, d'après les faits connus et spécialement d'après les courbes de refroidissement de MM. Mallard et Le Châtelier (*Journal de Physique*, 2^e série, t. I, p. 173), elle est encore très faible vers 2000° à 3000°. La discussion des chaleurs spécifiques confirme cette induction.

» En effet, on obtiendra des valeurs trop faibles des chaleurs spécifiques, en admettant qu'il n'y ait pas dissociation. Telles sont les valeurs $c_1$ de la page 603. On en tire :

| | | |
|---|---|---|
| Pour $H^2 + O^2$, | à 3742° | 15,69 |
| » | 3219° | 16,40 |
| » | 2712° | 14,14 |
| » | 2258° | 14,42 |
| » | 1844° | 16,38* |
| » | 3436° | 15,51 |
| » | 2751° | 15,76 |

» Le nombre obtenu vers 1844°, en présence de $3 Az^2$, est probablement

[1] Les limites de dissociation ont été évaluées ici en admettant les lois de Mariotte et de Gay-Lussac pour le gaz composé et pour ses composants. Mais si l'accroissement de pression (à volume constant), ou la dilatation (à pression constante) était plus rapide, ce qui arrive pour le chlore, dont la chaleur spécifique est à peu près la même que celle de l'acide carbonique; dans ce cas, dis-je, la dissociation ne pourrait plus être distinguée par de tels calculs de la désagrégation sans décomposition. En tout cas, cette hypothèse restreindrait encore la dissociation au-dessous des limites fournies par les mêmes calculs. De même pour l'acide carbonique.

trop fort et doit être écarté, comme il a été dit, à cause de la grande lenteur de la combustion.

» En tout cas, ces valeurs sont inférieures de 2,6 au plus aux précédentes; en moyenne de 2,2 : ce qui montre combien sont resserrées les limites probables entre lesquelles les valeurs des chaleurs spécifiques tendent à être ramenées par nos expériences et par nos raisonnements.

» Il y a plus : l'écart entre ces nombres et les précédents donne une première idée de la chaleur absorbée par la dissociation proprement dite. Celle-ci absorberait donc moins de $4400^{cal}$ jusqu'à $2000^o$; chiffre voisin du douzième de la chaleur totale de combinaison à cette température, et quantité relativement faible : ce qui concorde avec la marche des courbes de refroidissement.

» Vers $3000^o$, la dissociation absorberait au plus $6600^{cal}$, à peu près le septième de la chaleur dégagée par la combinaison : tandis que la désagrégation moléculaire sans décomposition absorberait au moins $8600^{cal}$, chiffre supérieur à la dissociation, et égal au cinquième de la chaleur de combinaison à cette température.

» Ces évaluations ne peuvent être présentées que sous toutes réserves. Elles nous ont paru cependant de quelque intérêt.

» II. *Acide carbonique.* — D'après les valeurs moyennes de la page 604 :

| | Mélange. | Température. | Chaleur spécifique totale. | Chaleur spécifique de l'azote. | Chaleur spécifique de l'acide carbonique $C^2O^4$. |
|---|---|---|---|---|---|
| (13) | $C^2O^2 + O^2$...... | $3334^o$* | 20,40 | » | 20,40 |
| (14) | $C^2O^2 + O^2 + Az$.. | 2840 | 24,02 | — 3,36 | 20,66 |
| (15) | $C^2O^2 + O^2 + Az^2$. | 2548 | 26,69 | — 6,27 | 20,42 |
| (16) | $C^2O^2 + O^2 + Az^5$. | 1807 | 37,47 | —12,67 | 24,80* |

» Le dernier chiffre doit être écarté, à cause de la lenteur extrême de la combustion. Les autres donnent la valeur moyenne 20,5 pour la chaleur spécifique entre $0^o$ et $2900^o$ (thermomètre défini par les lois ordinaires des gaz).

» On peut aller plus loin à l'aide des combustions du cyanogène. Trois données peuvent être invoquées, comme répondant à des combustions suffisamment rapides :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| (29) | $C^4Az^2 + O^8$....... | $4862^o$ | 54,00 — 10,00 | 22,0 × 2 |
| (30) | $C^4Az^2 + O^8 + Az^2$.. | 4082 | 64,31 — 17,50 | 23,4 × 2 |
| (40) | $C^4Az^2 + 4Az^2O^2$... | 3972 | 86,71 — 42,70 | 22,0 × 2 |

» On tire de là la chaleur spécifique moyenne de l'acide carbonique à volume constant, soit 22,5 entre 0° et 4300°.

» L'ensemble de ces résultats peut être représenté par la formule empirique

$$19,1 + 0,0015(t - 2000).$$

On en tire encore la chaleur spécifique élémentaire vers 2000° : 19,1 ; 3000° : 22,1 ; 4000° : 25,1.

» La chaleur spécifique de l'acide carbonique varie donc avec la température. Cette variation est conforme aux observations de Regnault et de E. Wiedemann, faites entre 0° et 200°, lesquelles se représentent par la formule

$$6,4 + 0,0106\,t \text{ (réduites à volume constant).}$$

Cette formule donnerait même un accroissement plus rapide que la nôtre, mais elle n'est pas applicable à une limite aussi haute.

» Ainsi la chaleur spécifique moyenne de l'acide carbonique (à volume constant) devient plus que triple, de 0° à 4300°, et la chaleur élémentaire devient quadruple. Ces variations sont à peu près les mêmes que celles de la vapeur d'eau, les valeurs numériques étant en outre presque égales pour les deux gaz à toute température. MM. Mallard et Le Châtelier ont aussi signalé ce rapprochement des deux gaz, quoique avec des valeurs plus faibles que les nôtres [1].

» La chaleur de formation de l'acide carbonique par l'oxyde de carbone diminue avec la température, à partir de 200°, comme il a été établi ailleurs (*Essai de Méc. chim.*, t. I, p. 335). Vers 3000° elle serait réduite de 68000^cal^ à 37000^cal^; à peu près à moitié, comme celle de l'eau. Vers 4500°, elle tomberait à 28000^cal^. On voit combien les données qui règlent la statique chimique changent à de hautes températures.

» Essayons maintenant d'analyser cette diminution, en distinguant la

(1) On peut trouver une nouvelle confirmation de ce rapprochement dans l'étude des carbures d'hydrogène; la chaleur spécifique des produits de combustion étant alors une moyenne entre celles de l'eau et de l'acide carbonique. Le maximum de pression observée ne résulte pas de la superposition exacte des deux maxima, à cause de la vitesse inégale de combustion du carbone et de l'hydrogène, ainsi que nous l'avons établi; cependant les écarts ne sont pas très grands. Vers 3000° à 4000°, par exemple, on trouve les valeurs moyennes : 25 avec $C^4H^2$; 23,5 avec $C^4H^4$; 23,1 avec $C^4H^6$; 19,5 avec $C^2H^4$, etc. Ceci peut donc être regardé comme une vérification approchée, au moins pour l'ordre de grandeur de nos évaluations.

désagrégation moléculaire sans décomposition et la dissociation. Nous avons (p. 604) donné plus haut les valeurs $c_1$ répondant à une limite supérieure des chaleurs spécifiques, évaluées sans dissociation. On en tire :

$C^2O^2 + O^2$ : 2741° : 18,24; 3127° : 18,15; 3872° : 17,56;
moyenne : 18,0 vers 3200°,

au lieu de 20,5 vers 2900°. On a encore (p. 605) :

4149° : 17,42; 4566° : 19,24; 5453° : 18,61; moyenne : 18,4 vers 4700°;

au lieu de 22,5 vers 4300°.

» L'écart des deux ordres d'évaluations est compris entre 2,5 et 4,1 : ce qui montre de nouveau entre quelles limites les valeurs probables des chaleurs spécifiques sont resserrées.

» La dissociation absorberait dès lors au plus 7500^cal^ jusqu'à 3000°, c'est-à-dire moins d'un cinquième de la chaleur totale de combinaison à cette température; la désagrégation moléculaire absorbe au moins trois fois autant (23500^cal^). Vers 4500°, la chaleur de combinaison serait 28000^cal^, la dissociation absorberait au plus 18000^cal^, c'est-à-dire au plus les deux tiers, et la désagrégation moléculaire au moins 22000^cal^; évaluations données d'ailleurs sous toutes réserves et seulement afin de fixer les idées.

» Comparons encore les chaleurs de formation de l'eau gazeuse et de l'acide carbonique. Vers 0°, elles sont presque égales : 58700 et 68000. Mais leur rapport décroît avec la température; car il devient celui de 26000 à 38000 vers 3000°. La chaleur de combustion de l'oxyde de carbone doit d'ailleurs être regardée comme tout au plus égale à celle du carbone gazeux formant de l'oxyde de carbone, d'après les inductions développées par l'un de nous il y a quinze ans. On comprend dès lors que le carbone à très haute température tende à décomposer entièrement la vapeur d'eau. C'est ainsi que, dans l'explosion de l'azotate de diazobenzol, tout l'oxygène se retrouve sous forme d'oxyde de carbone, sans qu'il y ait formation, même partielle, de vapeur d'eau (*Force des matières explosives*, t. II, p. 39) : l'état de combinaison réalisable à très haute température subsiste dans ce cas et peut être constaté, à cause de la brusquerie du refroidissement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le théorème de M.* Brioschi, *relatif aux fonctions symétriques.* Note de M. SYLVESTER.

« Dans la démonstration du théorème sur une correspondance algébrique, inséré dans les *Comptes rendus* de la semaine dernière, j'ai eu

occasion de considérer l'intégrale de l'équation

$$\left(a_0 \frac{d}{da_1} + a_1 \frac{d}{da_2} + \ldots + a_{n-1} \frac{d}{da_n}\right)\varphi = 0.$$

» Je me suis aperçu depuis que cette intégrale peut se déduire immédiatement du beau théorème de M. Brioschi, *sur les fonctions symétriques*, à savoir que :

$$r\frac{d\varphi}{ds_r} + a_0 \frac{d\varphi}{da_r} + a_1 \frac{d\varphi}{da_{r+1}} + \ldots + a_{n-r} \frac{d\varphi}{da_n} = 0.$$

» On en tire cette conséquence immédiate que, si $\varphi$ est une fonction des $n$ premières sommes-puissances des racines de l'équation

$$a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \ldots = 0$$

avec exclusion de la puissance $r^{\text{ième}}$, on aura

$$a_0 \frac{d\varphi}{da_r} + \ldots + a_{n-r} \frac{d\varphi}{da_n} = 0,$$

et conséquemment $F(s_1, s_2, \ldots, s_{r-1}, s_{r+1}, \ldots, s_n)$ sera l'équivalent complet de l'expression

$$\left(a_0 \frac{d}{da_r} + a_1 \frac{d}{da_{r+1}} + \ldots + a_{n-r} \frac{d}{da_n}\right)^{-1}. 0.$$

» Dans le cas que j'ai considéré, $r = 1$, et nous avons trouvé

$$\left(a_0 \frac{d}{da_1} + a_1 \frac{d}{da_2} + \ldots + a_{n-1} \frac{d}{da_n}\right)^{-1}. 0 = F(s_2, s_3, \ldots, s_n).$$

» On peut trouver aussi facilement l'intégrale complète de l'équation

$$\left(a_0 \frac{d}{da_1} + a_1 \frac{d}{da_2} + \ldots + a_{n-1} \frac{d}{da_n}\right)^{*i} \varphi = 0,$$

où l'astérisque signifie qu'on doit prendre le *produit complet* de l'action de la forme linéaire agissant $i - 1$ fois sur elle-même. Ainsi, par exemple,

$$\left(a\frac{d}{db} + b\frac{d}{dc}\right)^{*2} \text{ signifie } a^2\left(\frac{d}{db}\right)^2 + 2ab\frac{d}{da}\frac{d}{db} + b^2\left(\frac{d}{dc}\right)^2 + a\frac{d}{dc}.$$

» On trouvera sans difficulté que la valeur de cette intégrale est

$$F + s_1 F_1 + s_1^2 F_2 + \ldots + s_1^{i-1} F_i,$$

où chaque F est une fonction exclusivement de $s_2, s_3, \ldots, s_n$.

» Conséquemment le $i^{\text{ième}}$ coefficient d'un covariant quelconque de $(\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_n)(x, y)^n$ peut être mis sous cette forme, si l'on se sert de $s_\omega$ pour exprimer la somme des $\omega^{\text{ièmes}}$ puissances des racines de

$$x^n + \alpha_1 x^{n-1} + \frac{\alpha_2}{1.2} x^{n-2} + \frac{\alpha_3}{1.2.3} x^{n-3} + \ldots = 0.$$

» En effet, en écrivant $\frac{s_1}{n} = s$, tout covariant de degré arbitraire $\nu$ appartenant à ce quantic sera de la forme

$$[u_0, (u_0, u_1 \between s, 1), \quad (u_0, u_1, u_2 \between s, 1)^2, \quad (u_0, u_1, u_2, u^3 \between s, 1)^3, \ldots] (x, y)^\nu,$$

où, en général,

$$u_{\theta+1} = \frac{du_\theta}{ds_2} v_2 + \frac{du_\theta}{ds_3} v_3 + \ldots + \frac{du_\theta}{ds_n} v_n,$$

$v_\omega$ étant une fonction exclusivement de $\omega, n; s_2, s_3, \ldots, s_n$ du poids $\omega + 1$. J'ajoute encore cette observation que tout différentiant (c'est-à-dire *sous-invariant* ou *semivariant*) d'un système de $i$ quantics des degrés $m, \mu, \ldots, M$ sera fonction exclusivement de $s_2, s_3, \ldots, s_m; \sigma_2, \sigma_3, \ldots, \sigma_\mu, \ldots, S_2, S_3, \ldots, S_M$ et de $i - 1$ fonctions linéaires indépendantes de la forme

$$ls_1 + \lambda\sigma_1 + \ldots + LS_1,$$

soumises à la condition que $l + \lambda + \ldots + L = 0$.

» Je ne sais s'il vaut la peine de dire, comme conclusion, qu'en combinant le théorème de M. Brioschi avec le mien sur les puissances (*avec astérisque*) on trouve, pour l'équation

$$\left(a_0 \frac{d}{da_1} + a_1 \frac{d}{da_2} + a_2 \frac{d}{da_3} + \ldots\right)^i \varphi = 0$$

(où le $i$ est *sans astérisque*), l'intégrale partielle

$$\varphi = F + F_1 s_1 + F_2 s_1^2 + \ldots + F_{i-1} s_1^{i-1},$$

où chaque F est une fonction arbitraire de $s_{i+1}, s_{i+2}, \ldots, s_n$.

» En effet, cette expression est l'intégrale complète du système formé par l'équation supposée conjointe avec les équations

$$\left(a_0 \frac{d}{da_2} + \ldots\right) \varphi = 0, \quad \left(a_0 \frac{d}{da^3} + \ldots\right) \varphi = 0, \quad \ldots, \quad \left(a_0 \frac{d}{da_r} + \ldots\right) \varphi = 0,$$

» On voit aussi facilement que l'intégrale de $\left(a_0 \frac{d}{da_r} + a_1 \frac{d}{da_{r+1}} + \ldots\right)^{*i} \varphi = 0$

est

$$\varphi = U_0 + U_1 s_r + U_2 s_r^2 + \ldots + U_{r-1} s_r^{i-1},$$

où chaque U est une fonction arbitraire de $s_1, s_2, \ldots, s_{r-1}, s_{r+1}, \ldots s_n$.

» On peut former un nombre infini de systèmes construits au moyen des opérateurs $\left(a_0 \frac{d}{da_r} + \ldots\right)$ dont on connaîtra d'avance les intégrales; ainsi, par exemple, le système de $r$ équations

$$\left(a_0 \frac{d_l}{da_2} + \ldots\right)^i \varphi = 0, \quad \left(a_0 \frac{d}{da_r} + \ldots\right) \varphi = 0, \quad \ldots, \quad \left(a_0 \frac{d}{da_{2r}} + \ldots\right) \varphi = 0$$

aura pour intégrale complète

$$\varphi = U_0 + s_2 U_1 + s_2^2 U_2 + \ldots + s_2^{i-1} U_{i-1},$$

où chaque U représente une fonction arbitraire de $(s_1 s_3 s_5 \ldots s_{2i-1} s_{2i} \ldots s_n)$, en omettant celles des quantités $s_1, s_3, \ldots, s_{2i-1}$ dont les sous-indices excèdent $n$.

» Pour indiquer le moyen de justifier ces énoncés, prenons comme exemple le cas des équations simultanées

$$(a_0 \delta a_1 + \ldots + a_{n-1} \delta a_n)^3 \varphi = 0, \quad \text{ou} \quad E_1^3 \varphi = 0,$$
$$(a_0 \delta a_2 + \ldots + a_{n-2} \delta a_n) \varphi = 0, \quad \text{ou} \quad E_2 \varphi = 0,$$
$$(a_0 \delta a_3 + \ldots + a_{n-3} \delta a_n) \varphi = 0, \quad \text{ou} \quad E_3 \varphi = 0.$$

» On trouvera facilement qu'en général $E_1^3 = E_1^{*3} - 2E_1^{*1} E_2 + E_3$, de sorte que le système donné équivaut au système

$$E_1^{*3} \varphi = 0, \quad E_2 \varphi = 0, \quad E_3 \varphi = 0.$$

» Pour que ces équations soient satisfaites séparément, il faut et il suffit que $\varphi$ soit respectivement de la forme

$$F(s_2 s_3 s_4 \ldots s_n) + s_1 F_1(s_2 s_3 s_4 \ldots s_n) + s_1^2 F_2(s_2 s_3 s_4 \ldots s_n),$$
$$G(s_1 s_3 s_4 \ldots s_n), \quad H(s_1 s_2 s_4 \ldots s_n).$$

» Conséquemment, afin que les trois équations soient toutes satisfaites simultanément, la condition suffisante et nécessaire sera que $\varphi$ soit de la forme

$$F(s_4 \ldots s_n) + s_1 F_1(s_4 \ldots s_n) + s_1^2 F_2(s_4 \ldots s_n),$$

laquelle est conséquemment l'intégrale complète du système donné. De

même, on démontre facilement que l'intégrale complète des équations

$$(a_0\delta a_1 + \ldots + a_{n-1}\delta a_n)^2\varphi = 0,$$
$$(a_0\delta a_2 + \ldots + a_{n-2}\delta a_n)\,\varphi = 0,$$
$$(a_0\delta a_2 + \ldots + a_{n-2}\delta a_n)^2\varphi = 0$$

sera

$$\varphi = F(s_3 s_5 s_6 \ldots s_n) + s_1 F_1(s_3 s_5 s_6 \ldots s_n). \text{ »}$$

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Documents relatifs aux compresseurs à colonnes liquides oscillantes, employés pendant plusieurs années au percement du mont Cenis.* Note de M. **A. de Caligny.**

« A l'occasion de la mort de M. Sella, le regretté Correspondant de l'Académie, il a été fait mention, dans un des derniers *Comptes rendus*, des compresseurs à colonnes liquides oscillantes, qui ont servi pendant plusieurs années au percement du mont Cenis. Je crois pouvoir me permettre, à cette occasion, de rappeler que M. Sella, étant ministre, a reconnu, dans un discours à la Chambre des Députés de Turin, le 11 juillet 1862, que j'avais donné le principe de ces appareils.

» Voici la traduction textuelle d'un passage de son discours :

« ..... Le premier peut-être qui proposa d'employer l'air comprimé à percer de grandes chaînes de montagnes fut Colladon de Genève. Caligny avait proposé des appareils à employer l'eau pour comprimer cet air en tirant parti de la force vive de cette eau quand elle aurait été mise en mouvement... [1]. »

» L'Académie des Sciences de Turin a publié, dans son Volume pour l'année 1859, mon Mémoire intitulé : *Notice historique et critique sur les machines à compression d'air du mont Cenis*, où j'avais reproduit divers documents établissant ma priorité quant aux principes.

» Depuis cette époque, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Institut d'autres observations critiques, sans contester d'ailleurs le mérite des ingénieurs italiens, qui ont appliqué pour la première fois ces principes sur une si grande échelle. »

---

[1] « ..... Il primo forse che propose di adoperare l'aria compressa per traforare delle grande catene di montagne fu il Colladon di Ginevra. Il Caligny aveva proposto degli apparati, onde impiegare l'acqua a comprimere quest' aria, traendo partito della forza viva di quest' acqua, quando fosse stata posta in moto... » (*Camera dei Deputati.*)

M. DE JONQUIÈRES, en faisant hommage à l'Académie d'une Note qu'il a publiée récemment sur le dernier théorème de Fermat[1] présente l'analyse suivante de cette Note :

« Cette proposition célèbre, dont le grand géomètre n'a pas, que l'on sache, laissé la démonstration, concerne l'impossibilité de satisfaire par des nombres entiers à l'équation $a^n + b^n = c^n$, si $n$ est plus grand que 2.

» Elle résume en un seul énoncé les trois propositions ci-après qui, réciproquement, étant prises ensemble, la comprennent tout entière :

» 1° *L'équation de Fermat est impossible, si a et b sont des nombres premiers.*

» 2° *L'équation est impossible, si l'un des nombres mineurs a, b est premier, l'autre étant composé.*

» 3° *L'équation est impossible, si a et b sont des nombres composés.*

» Dans la Note précitée, je démontre la première de ces trois propositions générales; je prouve même qu'elle s'étend au cas de $n = 2$. En conséquence, il demeure établi (et de la façon la plus élémentaire) que *la somme des puissances* $n^{\text{ièmes}}$ *de deux nombres premiers n'est jamais égale à la puissance* $n^{\text{ième}}$ *d'un nombre entier, si n* (nombre entier) *est plus grand que l'unité.*

» *En ce qui concerne le deuxième cas,* où l'un seulement des nombres $a$, $b$ est premier, je démontre que, *si l'équation de Fermat est satisfaite* (ce qu'on sait être possible pour $n = 2$), *c'est toujours le plus petit, a, des deux nombres mineurs a, b, qui est premier, et le plus grand des deux, b, qui est composé.*

» Je démontre enfin, *dans ce deuxième cas,* qu'*il ne peut y avoir qu'une seule unité de différence entre les nombres majeurs b, c*; en sorte que la démonstration de la deuxième proposition générale dépend de celle du théorème suivant :

» *La différence des puissances* $n^{\text{ièmes}}$ *de deux nombres entiers consécutifs n'est jamais égale à la puissance* $n^{\text{ième}}$ *d'un nombre premier, si* $n > 2$.

» De là on conclut immédiatement que les recherches ultérieures pour cette démonstration doivent être limitées à une certaine forme, déterminée *a priori,* du nombre premier mineur $a$.

» Mais je ne m'arrêterai pas ici à ce détail, et je terminerai en disant que Abel paraît avoir étudié la question dans un ordre d'idées analogue. On lit, en effet [2], dans le Tome II de ses *Œuvres complètes* (2e édition,

---

(1) Voir les *Atti dell' Accademia pontificia dei Nuovi Lincei,* sessione 11a del gennaio 1884.

(2) Je tiens ce renseignement de MM. Hermite et Lucas qui ont eu l'obligeance, chacun de son côté, de me le donner il y a peu de jours. Legendre, qui, en 1825, a longuement

p. 254), une lettre adressée par lui à Holmboë, le 4 août 1823, où se trouvent les lignes suivantes, qui en forment, à elles seules, un paragraphe isolé :

« L'équation $a^n = b^n + c^n$ $(n > 2)$ est impossible lorsqu'une ou plusieurs des quantités $a$, $b$, $c$, $a + b$, $a + c$, $b - c$, $\sqrt[n]{a}$, $\sqrt[n]{b}$, $\sqrt[n]{c}$ sont des nombres premiers.

» Copenhague, l'an $\sqrt[3]{6064321219}$
(en comptant la partie décimale). »

» Abel n'ajoutant pas un mot à ce texte pour faire connaître la démonstration qu'il devait posséder, ni la voie qui l'y avait conduit, la question est restée, après lui, dans l'état où Fermat l'avait laissée, si ce n'est que l'affirmation mystérieuse du mathématicien français se trouvait ainsi corroborée, partiellement, par l'attestation non moins discrète d'un autre grand géomètre. L'énoncé de Fermat appelait donc toujours une démonstration, et, par conséquent, en prouvant l'exactitude de l'une des trois propositions générales en lesquelles cet énoncé se décompose, la Note que je présente est un premier acheminement vers une solution complète de cette énigme célèbre. »

M. E. Cosson fait hommage à l'Académie d'un « Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, sur la Mission botanique chargée, en 1883, de l'exploration du nord de la Tunisie ».

## NOMINATIONS.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre par laquelle M. le vice-amiral *Cloué*, en exprimant sa reconnaissance pour le rang qui lui a été assigné par la Section de Géographie et Navigation, dans le classement des candidats à la place laissée vacante par la mort de M. *Villarceau*, déclare retirer sa candidature, en la réservant pour une autre circonstance.

---

écrit sur le théorème de Fermat, ne connaissait pas l'énoncé d'Abel, car il ne le mentionne pas. La lettre à Holmboë n'était, sans doute, pas encore publiée alors.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre, pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. *Yvon Villarceau*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

| | | |
|---|---|---|
| M. Bouquet de la Grye obtient. . . . . | 46 suffrages | |
| M. A. Grandidier » . . . . . | 6 | » |
| M. E. Bertin » . . . . . | 2 | » |
| M. l'amiral Cloué » . . . . . | 1 | » |

M. **Bouquet de la Grye**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Ministre des Postes et des Télégraphes** transmet à l'Académie le relevé ci-après, des diverses circonstances qui ont accompagné les coups de foudre observés en France, pendant le second semestre de l'année 1883.

Ces documents seront transmis, avec ceux du premier semestre, à la Commission des Paratonnerres.

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | MOIS DE |
| 1..... | 3 m. | Etainhus. | Seine-Inférieure. | " | " | 1 vache. | " |
| 1..... | 6 s. | Marcellaz. | Haute-Savoie. | " | " | " | " |
| 1..... | ? | Varennes-sur-Amance. | Haute-Marne. | " | " | " | " |
| 2..... | 3.30s. | Port Brillet. | Mayenne. | " | " | " | " |
| 2..... | 11.30 s. | Barie. | Gironde. | " | " | 1 cheval. | " |
| 3..... | 2 m. | Valmont. | Seine-Inférieure. | " | " | 3 *bétons* (?). | " |
| 3..... | 3 m. | Harfleur. | Seine-Inférieure. | " | " | " | " |
| 3..... | 5 m. | Pin-la-Garenne. | Orne. | " | " | " | " |
| 3..... | 5.15 m. | Loisail. | Orne. | " | " | " | " |
| 3..... | 5.40 m. | Tonnay-Charente. | Charente-Inférieure. | " | " | " | " |
| 3..... | 6 m. | Havre. | Seine-Inférieure. | " | 4 hommes. | " | " |
| 3..... | 6.5 m. | Graville-Ste-Honorine. | Seine-Inférieure. | " | 1 femme. | 1 cheval | 1 cheval. |
| 3..... | 7.15 m. | Ws. | Seine-et-Oise. | " | " | " | " |
| 3..... | 8 m. | Grangermont. | Loiret. | " | " | " | " |
| 3..... | 8 m. | Ondreville. | Loiret. | " | " | " | " |
| 3..... | 11.30 m. | Saint-Hilaire. | Orne. | " | " | " | " |
| 3..... | 1.30 s. | Dampierre. | Aube. | " | Jne homme. | " | " |
| 3..... | 2 s. | La Guiche. | Saône-et-Loire. | " | " | " | " |
| 3..... | 2 s. | Bayel. | Aube. | " | " | " | " |
| 3..... | 2 s. | Vassy-sous-Pisy. | Yonne. | " | " | " | " |
| 3..... | 3 s. | Chavanges. | Aube. | " | " | " | " |
| 3..... | 3 s. | Saint-Parize-le-Châtel. | Nièvre. | 1 homme. | " | " | " |
| 3..... | 3.45 s. | Bierry-les-Belles-Font. | Yonne. | " | " | " | " |
| 3..... | 4 s. | Arsonval. | Aube. | " | " | " | " |
| 3..... | 4 s. | Arc-en-Bois. | Haute-Marne. | " | " | " | " |
| 3..... | 5 s. | Rebourseau. | Yonne. | " | 2 femmes. | " | " |



| DATES. | OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGATS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|
| JUILLET 1883. | |
| 1.... | Une vache a été tuée dans une terre en labour, plantée d'arbres de haut jet, à $50^{m}$ ou $100^{m}$ de masures. Peu de pluie. |
| 1..... | La foudre est tombée dans un cours d'eau près d'arbres et de maisons. Coup suivi de pluie. |
| 1..... | Maison d'habitation. Pas d'accident. |
| 2..... | La foudre aurait frappé trois fois à quatre ou cinq minutes d'intervalle un paratonnerre ($53^{m}$) placé sur une cheminée d'usine. Peu de pluie. |
| 2..... | Dégâts très nombreux et très variés dans une maison élevée de $10^{m}$, située à l'extrémité d'une file de constructions. |
| 3..... | Trois *bétons* (?) tués dans une côte de joncs marins, près d'un bois, à $300^{m}$ d'une maison. Pluie très forte. |
| 3..... | La foudre a frappé la cheminée d'une maison de $9^{m}$ entourée de constructions de même hauteur, sauf à l'est où elle est baignée par la Lézarde. Pluie. |
| 3..... | A $50^{m}$ d'un château, un peuplier de $28^{m}$, environné d'arbres semblables, a été frappé. Le coup a ricoché sur un second arbre à $1^{m}$ de distance. Pluie et grêle. |
| 3..... | La foudre a frappé un peuplier de $30^{m}$ et a sauté sur le toit d'une grange de $3^{m}$ en disloquant des pierres, brisant une échelle, etc... Pluie et grêle. |
| 3..... | Un ormeau de $12^{m}$, à $20^{m}$ de la Charente, et $15^{m}$ d'arbres moins élevés, a été frappé en trois points à $1^{m},50$ du sol. Pluie. |
| 3..... | Un mât de signaux en fer de $21^{m}$, situé à $33^{m}$ d'un paratonnerre élevé de $33^{m},50$, a été parcouru de haut en bas. Quatre hommes se trouvant au pied ont reçu de fortes contusions. Pluie. |
| 3..... | La foudre a pénétré dans une écurie de $10^{m}$, à $30^{m}$ d'une maison plus élevée de $15^{m}$, a tué un cheval et blessé un autre. Une jeune fille se trouvant entre eux a reçu une vive commotion. |
| 3..... | Un peuplier de $25^{m}$, à $0^{m},80$ d'un cours d'eau, à $2^{m}$ d'un arbre de $22^{m}$, a été frappé à $8^{m}$ du sommet et en partie écorcé jusqu'à $5^{m}$ du sol. Pluie. |
| 3..... | Un orme de $10^{m}$ à $12^{m}$, situé sur une colline, à $10^{m}$ d'une forge, a été écorcé du haut en bas sur une largeur croissant de $0^{m},01$ à $0^{m},05$. Pluie forte. |
| 3..... | Un peuplier de $25^{m}$, près de l'Essonnes, dominant d'autres arbres, a été écorcé sur une largeur croissant de $0^{m},10$ à $0^{m},25$ à fleur du sol. Pluie abondante. |
| 3..... | Un sapin de $15^{m}$, à $20^{m}$ des maisons, a été coupé à $10^{m}$ de hauteur et entaillé $5^{m}$ au-dessous, la partie basse restant intacte. Grêle. |
| 3..... | La foudre a détruit un des tuyaux de cheminée et brisé une poutre sur le toit d'une maison de $7^{m}$, entourée de maisons semblables. Dans la cour un jeune homme a été précipité à genoux. Forte averse. |
| 3..... | Détérioration de la cheminée d'une maison d'école élevée de $20^{m}$, et située à $50^{m}$ d'un paratonnerre qui la domine de $20^{m}$. Pluie. |
| 3..... | La foudre a frappé simultanément trois peupliers de $20^{m}$ brisés en éclats, et, à $500^{m}$ de là, un fil de disque. Pluie. |
| 3..... | Un chêne de $10^{m}$, à $40^{m}$ d'arbres plus élevés, a été frappé à l'est à $4^{m},50$ du sol, et dépouillé d'une bande d'écorce. La foudre est ressortie du sol à $0^{m},60$ du pied. Pluie et grêle. |
| 3..... | Le toit d'un colombier ($6^{m}$), surmonté d'une tige en fer portant un pigeon en fer-blanc, a été atteint. Éclats de voliges enlevés. Pluie et petite grêle. |
| 3..... | Un peuplier de $15^{m}$, situé près d'un étang et entouré de cinq autres espacés de $5^{m}$ à $6^{m}$, a été parcouru jusqu'à $2^{m}$ du sol. Un homme tué. Pluie. |
| 3..... | Un peuplier de $30^{m}$, à $55^{m}$ de maisons et à $30^{m}$ d'arbres moins élevés de $10^{m}$, à $7^{m}$ d'un étang, a été frappé à $8^{m}$ du sol sur une longueur de $1^{m}$. Pluie. |
| 3..... | La foudre est entrée par la fenêtre d'une maison de $9^{m}$, voisine d'une autre de même hauteur, et est sortie par la porte ouverte. Deux chaises déplacées. Pluie. |
| 3..... | Sapin situé dans un jardin au milieu d'autres arbres. Pluie. |
| 3..... | Un même coup a renversé, à $2^{km}$ de distance, deux femmes, l'une sortant d'une écurie de $6^{m}$, voisine d'une pièce d'eau, l'autre dans la campagne, portant une fourche américaine. Pluie insignifiante. |

MOIS DE JUILLET 1883. (Suite.)

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3..... | 5 s. | Beugnon. | Yonne. | " | " | " | " |
| 3..... | 6 s. | Saint-Firmin. | Nièvre | " | " | " | " |
| 3..... | 9 s. | Prunier. | Indre. | " | " | " | " |
| 3..... | 10 s. | Saint-Benin-d'Azy. | Nièvre. | " | " | " | " |
| 3..... | 10 s. | Saintes. | Charente-Inférieure. | " | " | " | " |
| 3..... | 10.30 s. | Tourcoing. | Nord. | " | " | " | " |
| 3..... | 11 s. | Pondaurat. | Gironde. | " | " | " | " |
| 3..... | 11.30 s. | Berthès. | Gironde. | " | " | " | " |
| 3..... | 11.30 s. | Droux. | Haute-Vienne. | " | " | " | " |
| 3..... | 12 s. | Magnac-Laval. | Haute-Vienne. | " | " | " | " |
| 3..... | la nuit. | Brie-Rochefoucauld. | Charente | " | " | " | " |
| 4..... | 12.15 m. | S-Sauveur-en-Puisaye. | Yonne. | " | " | " | " |
| 4..... | 12.15 m. | Limoges. | Haute-Vienne. | " | " | 42 bêtes à cornes. | 14 bêtes à corne. |
| 4..... | 12 30 m. | Limoges. | Haute-Vienne. | " | " | " | " |
| 4..... | 12.30 m. | Limoges. | Haute-Vienne. | " | " | " | " |
| 4..... | 1 m. | Tarbes. | Hautes-Pyrénées. | " | " | " | " |
| 4..... | 3 m. | Narcy. | Nièvre. | " | " | " | " |
| 4..... | 3.25 m. | Dannemoine. | Yonne. | " | " | " | " |
| 4..... | 8.30 m. | Castres. | Tarn. | 1 femme. | " | " | " |
| 4..... | 8.45 m. | Orthoux-Quilhan. | Gard. | " | " | " | " |
| 4..... | 9.15 m. | Castres. | Tarn. | " | 10 personnes | " | 9 chevaux. |
| 4..... | 11.45 s. | Ornay-le-Duc. | Côte-d'Or. | " | " | " | " |
| 4..... | 12 s. | Savilly. | Côte-d'Or. | jeune fille. | garçon. | vache, chèvre. | " |
| 5..... | 2 m. | Saint-Adrony. | Gironde. | " | " | " | " |
| 5..... | 2 m. | Blaye. | Gironde. | " | " | " | " |
| 5..... | 3 m. | Thaon. | Vosges. | " | " | " | " |
| 5..... | 3.30 s. | Dignonville. | Vosges. | " | " | " | " |
| 5..... | 9 m. | Buffon. | Côte-d'Or. | " | 1 personne. | 2 vaches. | " |



| DATES. | OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGÂTS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|
| 3..... | Un peuplier de 15m, en lieu plat, à 50m d'arbres de même hauteur, a été frappé à l'est à 10m du sol et endommagé jusqu'au pied. Pluie préalable. |
| 3..... | Pignon d'une grange de 8m à 10m et maison de ferme. Pluie. |
| 3..... | Trois cents ardoises brisées sur le toit d'une maison de 7m isolée. Autre coup à 1500m de là dans la cour d'un domaine. Pluie. |
| 3..... | Un bâtiment d'exploitation de 8m à 10m a été frappé au pignon et incendié. Pluie. |
| 3..... | Un ormeau de 15m entre la Charente et des maisons assez élevées a été sillonné jusqu'à la base suivant deux lignes diamétralement opposées. Pluie abondante. |
| 3..... | Une maison de 10m, au coin d'une rue, a été parcourue de la cheminée au sous-sol. Commencement d'incendie du mobilier. Pluie torrentielle. |
| 3..... | La foudre a frappé la cheminée d'une maison isolée en plaine, puis, à 500m de là, un peuplier de 8m à 10m, à mi-côte d'un versant d'une vallée. Petite pluie. |
| 3..... | Une église de 15m, sur un coteau isolé en pays plat, a été incendiée. Pas de paratonnerre. Une décharge avait eu lieu auparavant sur le paratonnerre d'une maison, à 200m de là; une troisième a fendu en trois un chêne de 150 ans, à 300m au nord. Pluie. |
| 3..... | La foudre a frappé la barrière en charpente de la cour des voyageurs de la station et a parcouru cette clôture sur 2m de long en la brisant. Grande pluie. |
| 3..... | Un peuplier de 20m, en pays plat, dans un pré, faisant partie d'une rangée d'arbres de même hauteur. Pluie abondante. |
| 3..... | Un chêne frappé, ainsi que huit poteaux télégraphiques fendus ou hachés. |
| 4..... | Tuiles déplacées sur le toit d'une maison de 10m, entourée de tous côtés de constructions plus élevées. Pluie. |
| 4..... | Une maison de ferme (Fougeras) sur une colline, à 20m de bâtiments moins élevés, a été incendiée. Bestiaux attachés avec des chaînes en fer tués ou blessés à la tête. Pluie torrentielle. |
| 4..... | Une décharge a atteint un des quatre paratonnerres du Palais de Justice et s'est divisée, une des fractions allant frapper à 20m une maison de 18m. Pluie torrentielle. |
| 4..... | Les cheminées de deux maisons de 7m et 8m, distantes de 30m, ont été frappées simultanément. Pluie. |
| 4..... | La tige d'un paratonnerre de 26m,50 a été rougie sur une longueur de 1m pendant quelques minutes. Légère pluie. |
| 4..... | La foudre a frappé un peuplier de 15m, un chêne de 20m et incendié une maison de 8m. Pluie, |
| 4..... | Un orage venant de l'est a donné lieu à une décharge sur la cheminée d'une maison de 8m entourée de maisons, sauf à l'est. La même maison a été frappée en 1859 et 1867 dans des conditions remarquablement identiques. Cette fois, elle a été incendiée. Quelques gouttes de pluie. |
| 4..... | La foudre a frappé la cheminée (8m) d'un bâtiment de ferme et tué une vieille femme à l'intérieur de la maison. |
| 4..... | Le paratonnerre (7m) d'une guérite située sur une voie ferrée a été frappé par une décharge paraissant avoir suivi les fils télégraphiques. Pluie torrentielle. |
| 4..... | La foudre a frappé à la fois une forge élevée de 5m et un platane de 15m, distant de 15m. Dix personnes et neuf chevaux ont éprouvé une vive commotion. |
| 4..... | Dégâts sur le toit d'une maison de 6m, voisine d'écuries dont les toits sont un peu plus bas. Forte pluie. |
| 4..... | Dégâts nombreux et commencement d'incendie dans une maison basse. Une jeune fille tuée, un garçon gravement atteint. Une vache et une chèvre tuées. Pluie. |
| 5..... | La foudre a frappé et suivi un fil de fer supportant des vignes et brûlé un grand nombre de ceps. Pluie préalable. |
| 5..... | Détérioration du toit d'une maison de 12m à 15m, environnée de constructions de même hauteur. Pluie préalable. |
| 5..... | Cheminée d'une maison de 12m, en pays plat, à 25m d'autres constructions. Un poêle en fer détérioré. Pluie torrentielle. |
| 5..... | Fusion de la peinture de l'extrémité d'un paratonnerre placé sur un magasin à poudre, à 12m environ au-dessus du sol. Pluie. |
| 5..... | Au pied d'une colline, dans un pré, une personne a été blessée (boucle d'oreille fendue) et deux vaches ont été tuées. Pluie. |

## MOIS DE JUILLET 1883. (Suite.)

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. | OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGATS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5..... | 1 s. | Vauchonvilliers. | Aube. | // | // | // | // | Au bord d'un fossé plein d'eau, un peuplier de 18ᵐ, distant de 2ᵐ d'un arbre de même hauteur, a été dépouillé d'un éclat de bois, à 2ᵐ du sol. Pluie. |
| 5..... | 4 s. | Void. | Meuse. | // | 2 ouvriers | // | // | Deux ouvriers abrités sous un saule ont été projetés à 4ᵐ et blessés. |
| 6..... | ? | Marcilles. | Haute-Marne. | // | // | // | // | Un arbre a été atteint sur une longueur de 2ᵐ,50. Éclats projetés à 16ᵐ. Déplacement des pierres d'un mur situé au pied de l'arbre. |
| 6..... | 2 m. | Magnac-Laval. | Haute-Vienne. | // | | 1 bœuf. | // | Un bœuf a été tué dans un pré, auprès d'un chêne, sur une hauteur dominant un étang. Pluie abondante. |
| 6..... | 2 m. | St-Sulpice-les-Feuilles. | Haute-Vienne. | // | | // | // | Une voiture et une grange de 3ᵐ, attenant à une bergerie, à 1ᵐ d'une maison d'habitation, ont été brûlées. Plui . |
| 6..... | 5.15 m. | Villeblevin. | Yonne. | // | 4 personnes | 1 veau. | // | La foudre a frappé simultanément sur un point culminant les cheminées de deux maisons de 8ᵐ et une grange de 9ᵐ,50. Dégâts divers. Un veau tué, quatre personnes renversées. Pluie après coup. |
| 6 .... | 5.30 m. | Villeblevin. | Yonne. | // | // | // | // | Un hangar, près d'une maison plus élevée et non loin d'arbres trois ou quatre fois plus élevés, a eu un pignon fendu dans toute sa hauteur. Pluie. |
| 6..... | 10 m. | Preignac. | Gironde. | // | // | // | // | Dégâts au toit d'une maison de 13ᵐ, située à 47ᵐ d'un paratonnerre élevé de 52ᵐ. Pluie. |
| 6..... | 1.10 s. | Poinson-les-Grançay. | Haute-Marne. | // | // | // | // | Un chêne, très gros et très élevé, du parc du château de Poinson, a été atteint. Branches brisées. Pluie torrentielle. |
| 6..... | 1.45 s. | Nully. | Haute-Marne. | // | 2 personnes | // | Une oie. | La foudre a frappé simultanément six points, dont les plus éloignés sont distants de 1500ᵐ. Deux maisons, l'une de 6ᵐ, l'autre de 5ᵐ, ont subi des décharges donnant lieu à des effets variés. Une femme a subi une violente commotion. Une oie a été paralysée. Dans une cour, un homme se préparant à rentrer avec une machine à faucher a été paralysé et brûlé. Une pile de porte cochère a été détériorée. Une rigole de porte cochère a été labourée. Dans un pré, une voiture de charbonnier a été déchargée, sans que voiture, homme ou cheval, fussent touchés. Forte pluie préalablement. |
| 6..... | 1.45 s. | Trémilly. | Haute-Marne. | // | // | // | // | Un orme de 5ᵐ, situé à 10ᵐ d'arbres plus élevés de 1ᵐ,50, a été presque fendu jusqu'à 2ᵐ,30 du sol. Pluie et grêle préalablement. |
| 6..... | 2.10 s. | Fronville. | Haute-Marne. | // | // | // | // | Un peuplier d'Italie, de 12ᵐ, planté le long d'une route, près d'une colline très élevée, a été frappé à 3ᵐ au-dessus de terre. Pluie et grêle. |
| 6..... | 2.30 s. | Greux. | Vosges. | 2 ouvriers. | 1 ouvrier. | // | // | La foudre est tombée sur un cerisier de 10ᵐ, dans un jardin, et est allée frapper trois ouvriers assis au bord d'un fossé, le long de la haie de clôture. Deux d'entre eux ont été tués, et le troisième blessé. Pluie et grêle préalablement. |
| 6..... | 3 s. | Aix-les-Bains. | Savoie. | // | // | // | // | Une maison à un étage entourée d'arbres a été incendiée. La foudre serait venue par un arbre. Pluie. |
| 6..... | 3 s. | Thilleux. | Haute-Marne. | // | // | // | // | Une meule de paille incendiée. |
| 6..... | 3 s. | Suzémont. | Haute-Marne. | // | // | // | // | Deux peupliers, l'un de 4ᵐ, l'autre de 25ᵐ, plantés au bord d'un petit cours d'eau, ont été écorcés de haut en bas. Pluie. |
| 6..... | 3.30 s. | Verbiesles. | Haute-Marne. | 1 homme. | // | // | // | Un homme a été tué sur une route, sans que les membres de sa famille qui marchaient devant lui s'en aperçussent. |
| 6..... | 4 s. | Aujac. | Gard. | // | // | // | // | Un châtaignier de 16ᵐ a été mis en pièces sur une colline, au milieu d'arbres de même hauteur. Le même coup a frappé un autre arbre à 50ᵐ de distance. Pluie. |
| 6..... | Le jour. | Iré-le-Sec. | Meuse. | // | // | // | // | La foudre a pénétré dans une maison par un tuyau de cheminée et est sortie par le toit après avoir brisé deux glaces et une poutre. |
| 6..... | 9 s. | Le Quesnoy. | Nord. | // | 1 personne. | // | // | La cheminée et le toit d'une maison de 7ᵐ à laquelle sont fixés des fils télégraphiques, en pays plat, près d'autres maisons, ont été détériorés. Une personne blessée. Pluie. |
| 6..... | 9 à 11 s. | Trith Saint-Léger. | Nord. | // | // | // | // | La foudre a frappé un arbre fendu en deux, une grange et une usine. Pluie. |
| 7..... | après-midi. | Bannes. | Haute-Marne. | // | // | // | // | La foudre est tombée près d'une maison déjà incendiée par le tonnerre. Des personnes et des animaux ont éprouvé une vive commotion. |
| 7..... | ? | Vaudry. | Calvados. | 1 femme. | // | // | // | Une femme tuée. |
| 7..... | ? | Bayeux. | Calvados. | // | // | // | // | Tour de la cathédrale située au milieu d'une place. Une pierre de la tour brisée. Le fil du paratonnerre tordu. Sa tige, rouillée la veille, luisait après le coup comme de l'argent. Autre coup dans la rue. |
| 7..... | ? | Biéville. | Calvados. | // | // | // | // | Une ferme incendiée. |
| 7..... | ? | Basly. | Calvados. | // | // | // | // | Une ferme atteinte. |
| 7..... | ? | Lécaude. | Calvados. | // | // | // | // | Une maison en partie démolie et brûlée. Une autre atteinte. |

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. | OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGATS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | MOIS DE JUILLET 1883. (SUITE.) |
| 7..... | ? | Honfleur. | Calvados. | " | " | " | " | Plusieurs chutes sans accidents. |
| 7..... | ? | Arclais. | Calvados. | " | " | " | " | Une grange incendiée. |
| 7..... | ? | Littry. | Calvados. | " | " | " | " | Une maison atteinte. |
| 7..... | 4.35 s. | Bibost. | Rhône. | " | " | " | " | Un poirier de 8m isolé dans un champ de trèfle a été ébranché et fendillé. Une faux placée à la naissance des branches violemment projetée sur un noyer à 20m de là. Pluie modérée avant. |
| 8..... | 7.45 s. | Châteauneuf-s.-Loire. | Loiret. | " | " | " | " | A la station de chemin de fer, on a vu un globe de feu frapper l'assise en pierre d'une borne-fontaine le long du bâtiment des voyageurs, rebondir, puis disparaître dans ce bâtiment. |
| 8..... | 8 s. | St-Benoît St-Aignan. | Loiret. | " | 1 femme | " | " | Le tuyau de la cheminée d'une maison sise sur une hauteur a été frappé. Une femme renversée, évanouie pendant une heure. |
| 8..... | 8 s. | St-Aignan-des-Gués. | Loiret. | " | 1 femme | " | " | Une maisonnette de garde de voie ferrée en pays plat. La garde-barrière, se trouvant sur la porte, a été atteinte et renversée. |
| 8..... | 8 s. | Bray. | Loiret. | " | 1 homme | " | " | Une maisonnette semblable. Le poseur, se trouvant sur la porte, a été renversé, puis relevé par la foudre. Commotion cérébrale. |
| 8..... | 9 s. | Charny. | Yonne. | " | " | " | " | Détérioration de la cheminée et du toit d'une maison de 12m isolée au milieu d'un jardin à 30m d'une maison égale surmontée d'un paratonnerre. Un enfant renversé. Pluie. |
| 9..... | 11 s. | Portets. | Gironde. | " | " | " | " | La foudre a frappé un fil de fer supportant des vignes, l'a suivi sur toute sa longueur (150m) et a brûlé de nombreux ceps. Elle a également atteint et écorcé un acacia dans la cour d'une maison isolée sur un plateau. Pluie et grêle. |
| 9..... | 12 s. | Libourne. | Gironde. | " | " | " | " | La foudre a atteint la cheminée (20m) d'une maison, est descendue dans la cuisine et sortie en perçant un trou dans la muraille. Pluie et grêle. |
| 9..... | 12 s. | Izon. | Gironde. | " | " | " | " | Un peuplier d'Italie, entouré d'arbres plus élevés, a été endommagé. A 350m de là, deux fils de fer supportant des vignes ont été atteints; l'un d'eux a été fendu. |
| 10..... | ? | Arnoncourt. | Haute-Marne. | " | " | " | " | Un coup multiple a atteint un prunier près d'une maison et fendu sur une hauteur de 6m un arbre de 12m, à 40m d'un moulin. |
| 10..... | 1.30 m. | Libourne. | Gironde. | " | " | " | " | Maison isolée avec rez-de-chaussée seulement. Plaque en fonte de la cheminée brisée. Mur percé. Trou de 2m dans le sol du jardin. Pluie et grêle. |
| 10..... | 2.50 m. | Le Verdon. | Gironde. | " | " | " | " | Un acacia de 8m, environné d'arbres de même essence, a été foudroyé. Pluie abondante pendant dix minutes. |
| 10..... | 3 m. | St-Jean-aux-Amognes. | Nièvre. | " | " | " | 1 porc | Un bâtiment de 8m à 10m, attenant à une construction, a été incendié. Pluie. |
| 10..... | 3 m. | St-Révérien. | Nièvre. | " | " | " | " | Une horloge brisée (?). Sur la route de Flacy, un arbre voisin des fils télégraphiques a été entièrement écorcé. Pluie. |
| 10..... | 4 m. | Nevers. | Nièvre. | " | " | " | " | La foudre a pratiqué deux crevasses à la cheminée (12m) d'une maison et endommagé le toit. On a trouvé à l'endroit frappé une pierre noire, de la grosseur du poing, extrêmement légère, ressemblant à une éponge. Un arbre a aussi été frappé. Rafale et pluie. |
| 10..... | 5 m. | Pazy. | Nièvre. | " | " | " | " | Quatre coups de foudre, dont trois sur des tuyaux de cheminée, et un sur une pièce de charpente, dans un bois, à 1km des maisons. Pluie. |
| 10..... | 5.10 m. | Beauvilliers. | Yonne. | " | 3 hommes | 4 bœufs, 2 vach., 1 jum. | " | Une écurie de 10m, attenant à d'autres constructions, a été incendiée. Sept bestiaux foudroyés. Le propriétaire privé de connaissance. A 100m de là, deux hommes ont reçu une forte commotion. Pluie abondante. |
| 10..... | 5.20 m. | Saint-Brancher. | Yonne. | 1 femme. | 1 homme | 1 chien. | " | La foudre a frappé un parapluie, abritant deux personnes à genoux et un chien couché, au pied d'un poirier sec de 4m, le long d'une haie vive. Une femme et un chien tués, un homme brûlé. Pluie et grêle. Les trois autres coups qui suivent ont eu lieu à cinq minutes d'intervalle dans un rayon de 5km. |
| 10..... | 5.30 m. | Domecy-sur-Cure. | Yonne. | 1 homme. | " | " | " | Un chêne de 20m, dominant le taillis environnant, a été atteint à une maîtresse branche; un homme, abrité sous l'arbre, tué. Pluie abondante et courte. |
| 10..... | 5.30 m. | Magny. | Yonne. | " | " | " | " | La foudre a frappé la croix en fer (8m,50) d'une école, traversé la toiture, percé le plafond, déplacé des objets en fer. Pluie. |
| 10..... | 5.30 m. | Angély. | Yonne. | " | " | " | " | L'angle nord-est du clocher, en pays plat, a été atteint (28). Dégâts divers. Quatorze secondes après, la foudre a endommagé, à 500m de là, une rangée de betteraves de 80m sur 1m de largeur. Très peu de pluie. |
| 10..... | 5.30 m. | Thilouse. | Indre-et-Loire. | " | 1 homme | " | " | Sur la voie ferrée, la foudre est tombée entre les pieds d'un agent, qui a été transporté à 2m,80, et a éprouvé aux jambes une paralysie persistante. Pluie. |

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | MOIS DE |
| 10..... | 6 m. | Brimm et Vannois. | Côte-d'Or. | " | " | " | " |
| 10..... | 6 m. | Arnay-le-Duc. | Côte-d'Or. | " | " | " | " |
| 10..... | 6 m. | Tharoiseau. | Yonne. | " | " | " | " |
| 10..... | 6.30 m. | Musigny. | Côte-d'Or. | " | " | " | " |
| 10..... | 6.30 m. | Poincenot. | Haute-Marne. | " | " | " | " |
| 10..... | 6.45 m. | Champignolles. | Côte-d'Or. | 1 homme. | " | " | " |
| 10..... | 7.12 m. | Poincenot. | Haute-Marne. | " | " | 1 poule. | " |
| 10..... | 7.15 m. | Foulain. | Haute-Marne. | " | " | " | " |
| 10..... | 7.30 m. | Hortes. | Haute-Marne. | " | " | " | " |
| 10..... | 8.45 m. | Laveline. | Vosges. | " | " | " | " |
| 10..... | 8.55 m. | Champ-le-Duc. | Vosges. | " | " | " | " |
| 10..... | 11.35 m. | Chamvres. | Yonne. | 1 homme. | 1 homme | " | " |
| 10..... | 2 s. | Châteauvillain. | Haute-Marne. | " | " | " | " |
| 10..... | 9 s. | Thimory. | Loiret. | " | " | " | " |
| 10..... | ? | Courteron. | Aube. | " | " | " | " |
| 10..... | ? | Nolay. | Nièvre. | " | " | 1 taur., 1 vache. | " |
| 10..... | 11.30 s. | Portels. | Gironde. | " | " | " | " |
| 12..... | 3.30 s. | Mortagne (Chât. Préf^ne) | Orne. | " | " | " | " |
| 12. ... | 8 s. | Louvemont. | Haute-Marne. | " | " | " | " |
| 13..... | 7.15 s. | Frangy. | Haute-Savoie. | " | " | " | " |
| 13..... | 10.40 s. | Tarare. | Rhône. | " | " | " | " |
| 14..... | 5.15 s. | Bourg. | Ain. | " | " | " | " |
| 15.. .. | 3.15 s. | Bona. | Nièvre. | " | " | " | " |
| 20..... | 6 s. | Nîmes. | Gard. | 1 enfant. | " | " | " |
| 20..... | 6.10 s. | Beaucaire. | Gard. | " | " | " | " |
| 20..... | 7 s. | Pertuis. | Vaucluse. | " | " | " | " |



| DATES. | — OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGÂTS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|
| | JUILLET 1883. (Suite.) |
| 10..... | La foudre a frappé le fleuron d'une lucarne du château et est entrée en faisant un trou au plafond. Elle a frappé aussi les peupliers moins élevés qui l'entourent. Pluie. |
| 10..... | Un peuplier de 20m, voisin d'une mare d'eau, a été atteint. Pluie et petite grêle. |
| 10..... | La foudre a frappé, à 4m,50 du sol, un acacia de 6m, voisin d'arbres plus élevés, l'a écorcé et a pratiqué un énorme trou dans un amas de pierres, projetées de tous côtés. Pluie. |
| 10..... | Deux écuries et un hangar (hauteur 8m), à 50m des habitations, ont été incendiés. Pluie et grêle. |
| 10..... | La foudre a frappé une maison de 12m, environnée de maisons égales, à 75m de l'église, qui la domine. Murs épais percés, cheminée démolie, vitre percée, etc. Pluie torrentielle. |
| 10..... | La foudre a frappé la cheminée d'une maison de 8m, a foudroyé un homme sur cinq personnes se trouvant dans une pièce, et brisé deux vitres. Pluie. |
| 10..... | Dégâts variés dans une maison avec étage et grenier, environnée de maisons plus élevées. Un verre transporté à 50m. Une poule tuée dans la cour. |
| 10..... | Sur une route, la foudre a traversé un marronnier de 5m, en brûlant quelques feuilles, a été frapper des conduites d'eau à 1m,50 de profondeur et est sortie dans le fossé par deux trous de 1m de profondeur sur 0m,1 de diamètre. Petite pluie. |
| 10..... | Une cheminée de tuilerie, élevée de 30m, a été lézardée sur une longueur de 2m. Pluie et grêle. |
| 10..... | Un arbre de 6m, entouré de jardins et maisons, a eu une branche cassée. Coup précédé de pluie, suivi de grêle. |
| 10..... | Incendie d'une maison de 12m, située au milieu d'un coteau, sur une petite butte. Pluie. |
| 10..... | Un cep de vigne brisé à mi-côte d'une colline; une cinquantaine ont eu les feuilles grillées. Deux vignerons étaient abrités sous un parapluie le long d'un buisson : l'un d'eux a été brûlé, l'autre tué. Chez ce dernier, on observa encore des battements du cœur pendant trente heures. Pluie préalable. |
| 10..... | Un moulin à vent, pour arrosage, installé sur un pavillon de 5m, a eu ses ailes brisées et projetées à 200m. La plate-forme a été percée. Ouragan. |
| 10..... | La foudre a frappé successivement, à court intervalle, deux peupliers de 10m, éloignés de 40m, entourés d'arbres de même hauteur. Pluie. |
| 10..... | Un tilleul de 15m, dans une grande cour, a été atteint par la foudre, qui s'est perdue dans un puits de 6m de profondeur sous l'arbre. Pluie et grêle préalable. |
| 10..... | Un frêne de 15m, au bord d'un cours d'eau, à 130m d'arbres plus élevés, a été atteint. Un taureau et une vache tués sous l'arbre. Pluie peu abondante. |
| 10..... | Une maison de 10m, en pays très plat, a eu le toit et le plancher du 1er étage percés. Pluie et grêle. |
| 12..... | Dans un taillis, une cépée d'acacias (20m) a été frappée au pied. Des branches ont volé en éclats. Grêle. |
| 12..... | Un cerisier (8m à 10m), près d'arbres semblables, à 20m de maisons, à 100m d'arbres plus élevés, a été frappé sur une longueur de 6m. Un peuplier frappé à 1km de là. Grande pluie. |
| 13..... | Une maison à deux étages, environnée de maisons moins élevées, a été incendiée. Pluie. |
| 13..... | La foudre a frappé la cheminée d'un bâtiment (9m) de la station du chemin de fer environnée de montagnes élevées, détérioré le toit et fusé un tuyau en plomb, d'où commencement d'incendie. Pluie. |
| 14..... | Un tuyau en fonte de fosses d'aisances (7 à 8m), au milieu d'un groupe de maisons, à 15m d'une rivière. Pluie violente préalablement. |
| 15..... | Le pignon sud d'une grange située sur une petite colline, au milieu de maisons moins élevées, a été troué. Fourrages incendiés. Grêle en petite quantité. |
| 20..... | La foudre a suivi un treillis en fer appliqué contre une maison de 6m, à 10m d'une construction égale. Elle a pénétré au 1er étage en perçant un trou de 0m,15 et produit divers dégâts dans la maison où un enfant a été renversé. Pluie. |
| 20..... | Peuplier de 7m, en pays plat, près du canal du Midi. Pluie. |
| 20..... | Incendie d'un tas de dix gerbes de blé, à 50m de trois meules de blé élevées de 6m. Pluie abondante, trente minutes après le coup de foudre. |

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. | OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGATS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **MOIS DE JUILLET 1883 (Suite).** | | | | | | | | |
| 24..... | 10.45 m. | Val de Mercy. | Yonne. | 1 femme | ″ | ″ | ″ | La foudre a frappé un chêne de 8m, à 25m d'un coteau boisé, et à l'extrémité sud d'une rangée de 6 chênes de même hauteur. Une femme abritée sous l'arbre a été tuée. Pluie. |
| 24..... | 1.30 s. | Langres. | Haute-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre est tombée dans une cour, près d'un tas de fumier, a remonté la gouttière d'un bâtiment et s'est perdue sur le faîte. |
| 24..... | 3.18 s. | Cousance. | Jura. | ″ | ″ | ″ | ″ | Un peuplier de 8m, entouré de maisons, a été écorché. Pluie. |
| 27..... | ? | Wassy. | Haute-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a frappé le seuil d'une maison de ferblanterie. |
| 27..... | ? | Pont-Varin. | Haute-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre est tombée dans une rue. |
| 27..... | ? | Magneux. | Haute-Marne. | ″ | ″ | ″ | 1 cheval. | Un cheval monté par un cavalier a été renversé. |
| 27. ... | 4 s. | Grand-Combe. | Gard. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre aurait frappé des fils télégraphiques et les aurait suivis jusqu'en face d'une maison, contenant des fourrages, qui a été incendiée. Pluie. |
| 28..... | 2 m. | Arzew. | Oran. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a pénétré par la cheminée dans une maisonnette de 2m,60 en terre, pays plat, à 25m de figuiers. Une glace fendue, une jarre brisée. Pluie. |
| 30..... | 12.35 s. | Montfort. | Ille-et-Vilaine. | ″ | Plus. person. | ″ | 1 chien. | La foudre a frappé un chêne au bord d'une route, puis un groupe de trois chênes, de 10m à 12m, éclatés ou perforés. Un trou au pied de chaque arbre. A 30m de là, les habitants et le chien d'une ferme ont éprouvé une violente commotion. Pluie et grêle. |
| 30..... | 3.35 s. | Bretteville-s.-Laize. | Calvados. | 1 homme | 1 homme. | ″ | ″ | Un homme a été tué par le choc en retour, en plaine, la foudre étant tombée à 100m au nord-est de la victime. Un autre homme a éprouvé une vive commotion. Pluie torrentielle. |
| 30..... | 8 s. | Requedur. | Gard. | ″ | ″ | ″ | ″ | Une maison de 8m (mas de l'Auziol) sur une colline étroite dominant deux vallées, entourée de montagnes de 400m, a été traversée par une décharge. Un plancher percé. Pluie. |
| **MOIS D'AOUT 1883.** | | | | | | | | |
| 7..... | 4.40 m. | Auberive. | Haute-Marne. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre aurait pénétré par la fenêtre de la chambre de la receveuse des Télégraphes et se serait perdu à la terre par la sonnerie de nuit. Grande pluie. |
| 7..... | 7.30 m. | Veules. | Seine-Inférieure. | ″ | 3 personnes. | ″ | ″ | Dégâts nombreux et variés dans une maison surmontée d'une girouette (14m) et dans une maison attenante, situées dans la partie élevée d'une vallée. Grande pluie. |
| 7..... | 4.15 s. | Sourdun. | Seine-et-Marde. | ″ | 1 femme. | ″ | ″ | La foudre a frappé le toit d'une maison (15m), a percé le plancher du premier étage et frappé tous les objets en fer. Une femme renversée. Coup précédé de pluie. |
| 9..... | 6.5 s. | Vonnas. | Ain. | ″ | ″ | ″ | ″ | Un arbre de 25m, à 50m d'autres arbres de même hauteur, a été fendu dans toute sa hauteur. |
| 15..... | 12.30 s. | Pougny. | Ain. | ″ | ″ | ″ | ″ | Maison de 12m, située à 10m d'une rivière et entourée d'un côté d'arbres de 20m éloignés de 15m. Une poutre de la charpente fendue. Pluie. |
| 27..... | 2. 30s. | Saint-Jean-de-Fos. | Hérault. | ″ | ″ | ″ | ″ | La foudre a pénétré dans une église surmontée de deux clochers (24m) sur une colline. Elle a brisé une statue, fondu la chaîne en or du curé et brûlé un de ses souliers. Pluie. |
| 30..... | 10 s. | Châteauneuf d'Isère. | Drôme. | ″ | 1 hom., 1 fem. | ″ | ″ | Un cultivateur et sa femme ont reçu des brûlures dans leur lit. Une horloge brisée. Paille d'une chaise brûlée. Pluie. |
| 31..... | 3 m. | Arles (tour St-Louis). | Bouches du-Rhône. | ″ | ″ | ″ | 2 taureaux. | Deux taureaux fuyant l'orage ont été tués en rase campagne (petits arbustes). Forte pluie. |
| 31..... | 5 s. | Chalaux. | Nièvre. | ″ | ″ | ″ | ″ | Une maison non habitée et une grange contenant des récoltes ont été incendiées. Coup précédé de pluie. |
| **MOIS DE SEPTEMBRE 1883.** | | | | | | | | |
| 1..... | 3.20 m. | Marseille (Ile Raton.) | Bouches-du-Rhône. | ″ | ″ | ″ | ″ | Le mât de pavillon a été atteint. Deux vitres ont été brisées dans une maison attenante. Forte pluie. |
| 4..... | 6.20 m. | St-Martin-Valmeroux. | Cantal. | 2 hommes. | ″ | ″ | ″ | Deux hommes, se trouvant près d'un rocher de 4m, ont été tués. Pluie et grêle. |
| 5..... | 6.30 s. | Envermer. | Seine-Inférieure. | ″ | ″ | 1 vache. | ″ | Une vache tuée dans un herbage. Pluie abondante. |

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. | OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGATS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | **MOIS DE SEPTEMBRE (Suite.)** |
| 14..... | 4.55 s. | Saint-Quentin. | Aisne. | " | 3 hommes | " | " | Dégâts divers à une maison de 5m,50, sur une petite colline, près d'une autre construction : un homme grièvement atteint dans la maison, deux hommes se trouvant à 450m de là, légèrement atteints. Pluie et grêle. |
| 14..... | 5 s. | Saint-Quentin. | Aisne. | " | 3 ouvriers. | " | " | Un tuyau de cheminée (sur trois) brisé sur une maison de 9m, voisine d'autres constructions. Trois ouvriers, dans le voisinage, ont reçu de fortes commotions. Pluie et grêle. |
| 14..... | 5.30 s. | Noyon. | Oise. | " | 1 hom., 1 fem. | " | " | Le mât en chêne (13m) d'un bateau, non loin de maisons et d'arbres élevés, a été pulvérisé dans le haut. Deux personnes renversées dans la cabine du bateau, à 7m du mât. Coup double précédé de pluie et grêle. |
| 14..... | 7.10 s. | Roye. | Somme. | " | " | " | " | La foudre a frappé un des côtés d'un édifice dominant de 20m les constructions voisines et enflammé le gaz. Pluie. |
| 16..... | 11.30 s. | Auragne. | Haute-Garonne. | " | 1 femme. | 3 bœufs. | " | La foudre a frappé une métairie (7m,50) isolée en haut d'une colline et entourée à 15m de grands peupliers. Sur huit bêtes à corne, se trouvant dans une écurie, trois bœufs ont été tués. Grande trombe d'eau. |
| 20..... | 11 m. | Voves. | Eure-et-Loire. | " | " | " | " | Une maison de garde (6m), en pays plat, sur la voie ferrée Brétigny-Tours par Vendôme, a été traversée par la foudre. Une femme a reçu une commotion. |
| 22..... | 6.30 s. | Trainel. | Aube. | " | " | " | " | La foudre a frappé la cheminée d'une maison à un étage et est sortie par une fenêtre en brisant des bouteilles. Coup suivi de pluie. |
| 25..... | 3 m. | Saumane. | Gard. | " | " | 1 porc. | " | La foudre a frappé une maison de 15m entourée d'arbres, sur le flanc d'un coteau, et s'est perdue dans une étable contiguë. Un porc foudroyé. Forte pluie. |
| 27..... | 1.15 s. | Lyon. | Rhône. | " | " | " | " | Démolition partielle de la cheminée d'une maison élevée de 20m, près de voies ferrées et de lignes télégraphiques. Pluie. |
| 27..... | 7 s. | Méolans. | Basses-Alpes. | 1 homme. | " | " | " | Dans une gorge, une maison de 8m, faisant partie d'un hameau entouré d'arbres peu élevés, a eu le toit percé. La foudre a incendié le grenier à foin et tué un homme dans les appartements. Hameau complètement brûlé. Pluie et grêle préalablement. |
| 28..... | 4 s. | Annecy. | Haute-Savoie. | 1 homme. | 1 enfant. | 1 veau | " | Un homme et un veau tués dans une plaine. Un enfant qui se trouvait avec eux a eu les doigs brûlés. Forte pluie. |
| | | | | | | | | **MOIS D'OCTOBRE.** |
| 16..... | 4 s. | Castellane. | Basses-Alpes. | " | " | " | " | La foudre a fracturé la tête d'une statue surmontant une chapelle sur un rocher élevé de 200m, a pénétré dans l'édifice et brûlé la frange d'un autel. Trombe. |
| | | | | | | | | **MOIS DE NOVEMBRE.** |
| | | | | | | | | *Néant.* |
| | | | | | | | | **MOIS DE DÉCEMBRE.** |
| | | | | | | | | *Néant.* |
| 8 juill. | 12 s. | Vernois-sur-Mance. | Haute-Saône. | " | 1 homme. | " | " | La foudre a frappé l'angle S.-E. de la cheminée d'une maison de 10m isolée au sud, a causé divers dégâts à l'intérieur et a brûlé un homme à la jambe dans son lit. Forte pluie préalable. |
| 11 juill. | 4 s. | Vougy | Loire. | " | " | 2 vaches. | " | Un platane de 10m a été frappé, au milieu d'un pâturage plat, au centre d'autres arbres de même hauteur. Deux vaches tuées. Pluie et grêle après le coup. |
| (?) juill. | 11 s. | St-Cyr-de-Favières. | Loire. | " | " | " | " | Un peuplier de 21m, faisant partie d'un groupe de trois, dans le voisinage d'une ligne télégraphique, a été écorché en plusieurs points. La foudre a creusé au pied une rigole aboutissant à un fossé plein d'eau. Averse. |

| DATES. | HEURES. | LOCALITÉS. | DÉPARTEMENTS. | PERSONNES tuées. | PERSONNES atteintes. | ANIMAUX tués. | ANIMAUX atteints. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 août. | 1 s. | Montrond. | Loire. | " | " | " | " |
| 31 août. | 7.30 s. | Muille-Villette. | Somme. | " | 1 homme. | " | 4 chevaux |
| 31 août. | 9.45 s. | Lachamp. | Drôme. | " | " | " | " |
| 15 sept. | 9.25 m. | Aix-les-Bains. | Savoie. | " | " | " | " |
| 27 sept. | 4 s. | Le Puy. | Haute-Loire. | 1 homme | " | " | " |
| 28 sept. | 2 s. | Pouilly-sur-Charlieu. | Loire. | " | " | " | " |
| 28 sept. | 3.30 s. | Verneuil-sur-Indre. | Indre-et-Loire. | " | " | " | " |
| 10 oct. | ? | Saint-Léger. | Savoie. | " | " | " | " |
| (?) oct. | 11 s. | Vindargues. | Hérault. | " | " | " | " |
| 10 nov. | 11.30 m. | Rambouillet. | Seine-et-Oise. | 1 hom., 1 fem. | " | " | " |



| DATES. | OBJETS FRAPPÉS. DESCRIPTION DES LIEUX. DÉGATS PRODUITS. OBSERVATIONS. |
|---|---|
| 21 août | Un chêne de 12m, situé en plaine, entouré d'arbres moins hauts, a été brisé, écorcé et entaillé. Quelques branches incendiées. Forte pluie et grand vent. |
| 31 août | La foudre a frappé un chariot chargé de gerbes de blé (4m). Le conducteur a été renversé, ainsi que les quatre chevaux, dont un est mort huit jours après. Pluie après le coup. |
| 31 août | Un acacia, dans le voisinage d'autres acacias, de deux maisons et d'un ruisseau, a été brisé à 2m,50 du sol. Le tronc a été réduit en filasse; les feuilles ont disparu; l'écorce a été projetée à 150m; les arbres voisins ont été couverts de terre et de boue sur toute leur hauteur. Pluie. |
| 15 sept. | La foudre a frappé le dessous de l'escalier en pierre du pavillon sud d'un hôtel, et fondu une conduite de gaz en y mettant le feu. Pluie et vents violents. |
| 27 » | Maison de 9m entourée d'autres semblables. La foudre a pénétré par la cheminée et s'est perdue au foyer du deuxième étage. Le même coup aurait tué, à 4km de là, à Polignac, un jeune homme dans un champ. Pluie avant et après le coup. |
| 28 » | Un peuplier d'Italie, de 22m, entouré d'autres moins élevés de 5m, en pays plat, a eu plusieurs branches abattue et a été labouré depuis la hauteur de 4m jusqu'au sol. Pluie. |
| 28 » | Un platane de 6m, situé à 10m d'une ligne télégraphique, a été fendu du haut en bas et dépouillé de son écorce. |
| 10 oct. | Un noyer de 25m, entouré d'autres arbres, dans le voisinage de roches contenant du minerai de fer, a été écorcé et fendu. Pluie très forte. |
| (?) oct. | Une maison de 11m, voisine d'autres maisons moins élevées, a été frappée au coin sud du toit. Au premier étage, mur percé, dalles brisées, boiseries brûlées. Pluie. |
| 10 nov. | La foudre a frappé un peuplier de 20m à 25m au bord d'une route, l'a brisé et a tué sur le coup un homme et une femme abrités sous l'arbre. Pluie très forte avec grêle et vent. Température très basse. |

ASTRONOMIE. — *Déterminations télégraphiques de différences de longitude dans l'Amérique du Sud.* Mémoire de M. DE BERNARDIÈRES, présenté par M. Faye.

« La mission d'officiers de la Marine des États-Unis qui a fixé, il y a quelques années, au moyen du télégraphe, les longitudes des principaux points de la côte orientale de l'Amérique du Sud, et dont les résultats ont consacré la précision si remarquable des positions absolues, déterminées antérieurement par l'amiral Mouchez, avait arrêté ses travaux à Panama et à Buenos-Ayres pour les continuer dans les mers des Indes et de Chine. Sur la côte de l'océan Pacifique, MM. les capitaines de vaisseau Le Clerc et Fleuriais avaient employé la méthode des culminations lunaires pour calculer les positions d'un certain nombre de ports.

» Depuis que ces travaux de grande valeur ont été achevés, les côtes des deux Océans ont été réunies par le télégraphe. Dans ces conditions, le Bureau des Longitudes pensa que l'envoi des missions d'observation du passage de Vénus dans l'Amérique du Sud présentait l'occasion la plus favorable pour relier, d'une façon définitive, la côte de l'océan Pacifique à l'Europe et coopérer ainsi, par cet important travail, à la construction de l'immense réseau géodésique qui comprendra le globe entier en fixant avec la plus grande exactitude, sa forme et ses dimensions.

» La Marine, qui devait recueillir directement les avantages résultant de la détermination de méridiens fondamentaux dans les mers du Sud, s'associa avec un réel intérêt à ces recherches pour lesquelles elle prêta ses officiers et ses marins, ainsi que tout le matériel dont elle pouvait disposer. Les instruments qui nous étaient nécessaires pour établir un second poste de longitude furent très obligeamment mis à notre disposition par M. le colonel Perrier.

» D'accord avec le Bureau des Longitudes, M. le Ministre de la Marine désigna M. le commandant Fleuriais, chef de la mission de Santa-Cruz de Patagonie, pour faire la station de Buenos-Ayres, tandis que je reçus l'ordre de m'installer à Santiago ou à Valparaiso et d'envoyer un de mes collaborateurs de la mission du Chili, M. le lieutenant de vaisseau Barnaud, au Callao ou à Lima. Un peu plus tard, M. Beuf, directeur de l'Ecole navale de la République argentine, fut appelé par le Bureau des Longitudes à collaborer à la mesure de la différence des méridiens de Buenos-Ayres et de Valparaiso.

» Des circonstances aussi favorables qu'imprévues m'ont amené à élargir le programme primitif sur la côte de l'océan Pacifique. Depuis notre départ de France, le câble américain, destiné à mettre en communication le Callao et Lima avec Panama, venait d'être terminé : nous avions donc la possibilité de relier la côte du Pacifique à l'Europe par la voie de Panama, des Grandes-Antilles et de l'Amérique du Nord, en même temps que par celle de Buenos-Ayres, du Brésil et du cap Vert, c'est-à-dire de fermer un circuit complet de plus de 6000 lieues marines, et d'obtenir ainsi une vérification parfaite. Je n'avais plus le temps d'aviser le Bureau des Longitudes et de demander des ordres à M. le Ministre de la Marine; mais l'occasion était si belle, la saison si favorable, et la grande importance de ce nouveau travail s'imposait d'une manière si évidente, que je pris sur moi de le tenter, en nous adjoignant mon second collaborateur, M. le lieutenant de vaisseau Favereau.

» M. le capitaine de vaisseau Fleuriais, actuellement absent d'Europe, a bien voulu me laisser l'honneur de rendre compte à l'Académie des Sciences et au Bureau des Longitudes des opérations effectuées, et que nous avons été assez heureux pour mener à bonne fin.

» Elles sont indiquées dans le Tableau suivant :

*Mesures des différences de longitude.*

| | MM. |
|---|---|
| Buenos-Ayres-Valparaiso (première détermination) ............. | Fleuriais, capitaine de vaisseau;<br>De Bernardières, lieutenant de vaisseau. |
| Buenos-Ayres-Valparaiso (seconde détermination)............... | Beuf, directeur de l'École navale de la République argentine;<br>De Bernardières, lieutenant de vaisseau. |
| Valparaiso-Panama ............ | De Bernardières, lieutenant de vaisseau;<br>Barnaud, lieutenant de vaisseau;<br>Favereau, lieutenant de vaisseau. |
| Valparaiso-Chorrillos, Callao, Lima | De Bernardières, lieutenant de vaisseau;<br>Barnaud, lieutenant de vaisseau;<br>Favereau, lieutenant de vaisseau. |
| Santiago-Valparaiso............. | De Bernardières, lieutenant de vaisseau;<br>Barnaud, lieutenant de vaisseau. |
| Santiago-Cerro-Negro.... ...... | De Bernardières, lieutenant de vaisseau;<br>Barnaud, lieutenant de vaisseau. |

» La détermination de la différence de longitude entre Santiago et le Cerro-Negro, destinée à assurer la position du lieu où je me suis établi pour l'observation du passage de Vénus, a été effectuée dans le mois de

novembre 1882 ; toutes les autres mesures ont été faites dans les derniers jours de décembre et dans les mois de janvier et de février 1883.

» Cette Note est destinée à faire connaître les résultats des trois premières déterminations, qui sont d'ailleurs les plus importantes. Les calculs concernant les trois autres opérations en voie d'achèvement et les valeurs qui seront prochainement conclues feront l'objet d'une seconde Communication.

» *Détermination des différences de longitude entre Valparaiso et Buenos-Ayres, Valparaiso et Panama.* — L'aboutissement du câble sous-marin m'indiquait Valparaiso pour station principale, et c'est là que j'établis mon observatoire, sur le Cerro de l'artillerie, à l'ouest de la ville. J'avais obtenu l'assurance de l'appui bienveillant des Gouvernements et du concours le plus empressé de l'Administration des télégraphes de l'État, de la Compagnie du télégraphe transandin, de la Compagnie anglaise du *West Coast of America telegraph* qui possède le câble de Valparaiso à Lima, et enfin de la Compagnie du *Central and South american cable,* qui est propriétaire de la ligne sous-marine récemment établie entre le Pérou et Panama. Je reliai notre salle méridienne aux trois premières lignes, et, grâce aux excellentes dispositions prises par les chefs de Compagnie, grâce aussi au zèle intelligent de tous les employés, les communications télégraphiques, qui jouent un rôle si important dans l'exactitude des opérations que nous avions à effectuer, marchèrent avec une régularité que nous n'osions pas espérer à cause des difficultés exceptionnelles que l'on avait à vaincre. Les rares irrégularités qui se produisirent furent dues à des perturbations atmosphériques ou à des accidents indépendants de toute volonté.

» Le 8 janvier 1883, je commençai, après des essais préalables, le travail avec Buenos-Ayres par la ligne transandine qui met en communication les côtes des deux Océans, après avoir franchi la Cordillère des Andes à $4000^m$ de hauteur, et traversé la République argentine au moyen de nombreux relais qu'il fallait isoler chaque nuit pendant la durée des observations. Mon premier collaborateur, M. Fleuriais, s'était installé à l'Observatoire de l'École navale de Buenos-Ayres, dirigée par M. Beuf.

» Dès le 18, nous avions été assez favorisés pour obtenir trois bonnes soirées au point de vue astronomique et électrique, en suivant les méthodes établies par M. Lœwy et en nous conformant au programme que cet éminent astronome nous avait tracé au nom du Bureau des Longitudes. Conformément à ce programme, chaque soirée n'a été considérée comme complète qu'après l'observation, à Buenos-Ayres comme à Valparaiso,

d'au moins trente étoiles équatoriales et de deux circompolaires avec retournement de l'instrument. En outre, les pendules ont été comparées généralement deux fois par nuit, afin de contrôler plus sûrement leur marche. Les mêmes règles ont été appliquées dans les autres opérations.

» Du 22 au 26, je fis une seconde série de déterminations dans les mêmes conditions avec M. Beuf.

» Ces deux séries sont entièrement indépendantes l'une de l'autre; chacune d'elles assure complètement l'opération, et l'on verra un peu plus loin que la concordance des résultats obtenus est des plus satisfaisantes.

» Pendant que j'opérais à Buenos-Ayres, MM. Barnaud et Favereau s'établissaient au Pérou, près des ruines de la ville de Chorillos, à cinq lieues de la capitale, et tout près des points d'atterrissement du câble de Valparaiso et de celui de Panama. Je n'ai à rendre compte aujourd'hui, ni de la mesure de la différence de longitude que j'ai effectuée avec M. Barnaud entre Chorrillos et Valparaiso, ni de la triangulation faite par M. Favereau pour relier notre pilier méridien de Chorrillos aux principaux points géodésiques de Lima et du Callao : commencé le 20 janvier, le travail avec Chorrillos ne fut terminé que dans la soirée du 30, à cause des brumes qui règnent à cette époque sur ce point de la côte du Pacifique. Cette cause, jointe à la grande perte de temps qu'aurait occasionnée le transport de mes instruments au Pérou, me décida à opérer directement de Valparaiso à Panama.

» La difficulté de cette transformation allait évidemment consister dans l'échange des signaux par le câble sous-marin; on sait, en effet, qu'à cause de la faiblesse des courants employés dans ces sortes de lignes, les communications ne peuvent s'effectuer qu'au moyen de signaux lumineux produits par les appareils Thomson. L'exactitude de ces travaux exige plus de netteté dans les signaux qu'il n'en est nécessaire pour la correspondance ordinaire; aussi fallait-il isoler chaque soir toutes les parties des lignes aériennes qui se greffent sur la ligne sous-marine aux aboutissements du câble pour la communication avec les bureaux intermédiaires; il n'y avait pas moins de douze de ces bureaux sur l'étendue de plus de mille lieues marines qui séparent Valparaiso de Panama.

» De plus, si la longueur du parcours nécessitait une station intermédiaire, la faiblesse du courant rendait impossible le fonctionnement d'un relai; il fallait donc employer un autre mode de transmission, et voici les dispositions que j'arrêtai : M. Favereau avait sous les yeux, disposés sur la même table, deux appareils Thomson avec manipulateurs, l'un pour en-

voyer à Panama les signaux reçus de Valparaiso, l'autre pour envoyer à Valparaiso les signaux reçus de Panama, c'est-à-dire qu'il guettait l'image réfléchie par le miroir d'un des deux appareils Thomson, et, dès qu'il voyait cette image se déplacer, il envoyait un signal avec le manipulateur de l'autre appareil. Après suffisamment d'exercice, mon collaborateur devait arriver à agir d'une manière uniforme sur chacun des deux manipulateurs, et la légère perte de temps qui résulte de ce mode de transmission disparaît dans les calculs, puisqu'elle est la même dans tous les cas, soit que le signal vienne de Valparaiso, soit qu'il vienne de Panama. L'expérience a montré la grande exactitude obtenue au moyen de ce procédé.

» Mon collaborateur M. Barnaud avait poursuivi jusqu'à Panama, et s'était établi, sans perdre un instant, dans la cour même du câble sous-marin, mise obligeamment à sa disposition. Ainsi que je l'espérais, le temps nous fut plus favorable qu'à Chorrillos, et l'opération, commencée le 16 février, prit fin dans la nuit du 20. Nous avions réuni, dans ce court espace de temps, trois soirées complètes, comprenant chacune au moins cent bons signaux lumineux envoyés et reçus dans chaque station par séries de vingt. C'était le chiffre minimum que j'avais cru devoir fixer, afin de nous assurer une exactitude, autant que possible, équivalente à celle obtenue par l'enregistrement direct et suivant le mode adopté dans les opérations analogues effectuées par le Bureau des Longitudes, l'Observatoire de Paris et le Dépôt de la Guerre.

» La chance nous avait favorisés jusqu'au bout : le 21 février, au moment où je me rendais au Bureau pour télégraphier à M. Barnaud que je considérais nos opérations comme terminées, toute communication avec le Callao et Panama était interrompue, pour longtemps peut-être : le câble sous-marin venait de se rompre depuis quelques heures !

» M. Barnaud, avant de quitter Panama, exécuta le reste du programme que je lui avais tracé et que j'accomplissais au même moment à Valparaiso : triangulation et détermination de la latitude. Je n'ai pas besoin d'ajouter que toutes les constantes de nos deux cercles méridiens ont été mesurées avec le plus grand soin et très fréquemment.

» Pour bien assurer notre travail, je ne fis pas moins de sept séries de mesures d'équation personnelle à différentes époques avec M. Barnaud, tant pour l'enregistrement des passages d'étoiles que pour des signaux lumineux. La même étude comparative a été effectuée avec M. Favereau pour l'enregistrement des signaux produits par le galvanomètre.

» Il ne me restait plus, en quittant le Chili, qu'à déterminer mes diffé-

rences d'équation personnelle avec MM. Beuf et Fleuriais; ce travail fut exécuté avec le premier de mes collaborateurs à Buenos-Ayres, où j'arrivai en compagnie de M. Favereau, en traversant la Cordillère des Andes et les plaines de la République Argentine. Ce ne fut qu'après mon retour en France que je pus faire la même détermination avec M. le commandant Fleuriais.

» Le Tableau suivant fournit, en même temps que les résultats des opérations, un résumé des éléments nécessaires pour apprécier leur degré d'exactitude.

*Différence de longitude entre Valparaiso et Buenos-Ayres.*

| 1° MM. Fleuriais, de Bernardières. | | 2° MM. Beuf, de Bernardières. | |
|---|---|---|---|
| Dates 1883. | Longitudes. | Dates 1883. | Longitudes. |
| Janvier 12........ | 53$^{m}$.0$^{s}$,09 | Janvier 22........ | 53$^{m}$.0$^{s}$,12 |
| » 16........ | 0,18 | » 23........ | 0,03 |
| » 18........ | 0,13 | » 26........ | 0,11 |
| Moyenne.... | 53.0,13 | Moyenne.... | 53.0,09 |

» Les différences d'équation personnelle mesurées entre M. de Bernardières et chacun des deux autres observateurs, par trois séries comprenant plus de 100 étoiles, sont égales toutes deux à 0$^{s}$,06 et de signe contraire, M. de Bernardières observant le même phénomène plus tard que M. Beuf et plus tôt que M. Fleuriais; elles sont donc sans influence sur le résultat que l'on obtient en prenant la moyenne des deux valeurs trouvées ci-dessus pour la différence des longitudes, et l'on a :

| | | |
|---|---|---|
| Différence de longitude. | Pilier méridien de l'École navale de Buenos-Ayres........<br>Pilier méridien du Cerro de l'artillerie à Valparaiso....... | 53$^{m}$.0$^{s}$,11 O. |

Les résultats des triangulations effectuées à Buenos-Ayres par M. Beuf, et à Valparaiso par M. de Bernardières, ont donné :

| | | |
|---|---|---|
| Différence de longitude. | Pilier méridien du Cerro de l'artillerie à Valparaiso.......<br>Mât de la Bourse de Valparaiso....................... | 0,64 E. |
| Différence de longitude. | Pilier méridien de l'École navale de Buenos-Ayres........<br>Coupole de la douane de Buenos-Ayres................ | 4,76 E. |

d'où

| | | |
|---|---|---|
| Différence de longitude. | Mât de la Bourse de Valparaiso.......................<br>Coupole de la Douane de Buenos-Ayres................ | 53.4,23 O. |

*Différence de longitude entre Valparaiso et Panama.*

MM. de Bernardières, Barnaud.

| Dates 1883. | Longitudes. |
|---|---|
| | m s |
| Février 16 | 31.34,42 |
| » 17 | 31.34,73 |
| » 18 | 31.34,65 |
| » 19 | 31.34,75 |
| » 20 | 31.34,88 |
| Moyenne | 31.34,68 |

Différences des équations personnelles de MM. de Bernardières et Barnaud :

Moyenne de 174 étoiles en 6 soirées........... $0^s,08$

M. de Bernardières observant plus tard que M. Barnaud :

Moyenne de 820 signaux lumineux............ $0^s,01$

Cette dernière différence est trop faible pour qu'il y ait lieu d'en tenir compte.

» *Transmission de signaux entre les deux stations.* — L'intervalle de temps qui a séparé l'enregistrement indirect dans les chronographes de Valparaiso et de Panama, d'un même signal échangé entre les deux stations, a varié entre les valeurs extrêmes $1^s,48$ et $1^s,61$ par série de 20 signaux, la valeur moyenne, déduite de plus de 1000 signaux, étant $1^s,55$.

| | | |
|---|---|---|
| Différence de longitude. | Pilier méridien du Cerro de l'artillerie à Valparaiso... / Pilier méridien de la Cabane de Panama............ | m s<br>31.34,68 O. |
| Différences des équations personnelles | | 0,08 |
| Différence de longitude entre les deux piliers méridiens | | 31.34,76 O. |
| Différence de longitude. | Pilier méridien du Cerro de l'artillerie de Valparaiso... / Mât de la Bourse de Valparaiso............ | 0,64 E. |
| Différence de longitude. | Pilier méridien de la Cabane de Panama............ / Tour nord de la Cathédrale de Panama............ | 0,52 O. |
| Différence de longitude. | Mât de la Bourse de Valparaiso............ / Tour nord de la Cathédrale de Panama............ | h m s<br>0.31.35,92 O. |

Conclusions.

*Longitude de Valparaiso.*

» 1° Par Buenos-Ayres :

| | |
|---|---|
| Longitude de la coupole de la Douane de Buenos-Ayres, d'après les travaux des officiers de la marine des États-Unis, MM. Green, Davis et Norris | h m s<br>4. 2.49,88 O. |
| Différence de longitude entre la coupole de la Douane de Buenos-Ayres et le mât de la Bourse de Valparaiso, d'après les déterminations de MM. Fleuriais et de Bernardières / Beuf et de Bernardières | 53. 4,23 O. |
| Longitude du mât de la Bourse de Valparaiso | 4.55.54,11 O. |

» 2° Par Panama :

| | |
|---|---|
| Longitude de la tour nord de la Cathédrale de Panama, d'après les travaux des mêmes officiers américains.......................... | $5^h.27^m.29^s,75$ O. |
| Différence de longitude entre la tour nord de la Cathédrale de Panama et le mât de la Bourse de Valparaiso, d'après les déterminations de MM. de Bernardières et Barnaud ............................ | 31 35,92 E. |
| Longitude du mât de la Bourse de Valparaiso............. | 4.55.53,83 |

» Ces deux valeurs diffèrent de $0^s,28$ et cet immense polygone, qui a pour sommets : Paris, Greenwich, Washington, Panama, Valparaiso, Buenos-Ayres, Rio-de-Janeiro, Lisbonne, avec plus de 20 stations intermédiaires, ferme à moins de 150 mètres.

» Les données nous manquent présentement pour rechercher les causes de cette minime différence; peut-être nos résultats seront-ils modifiés de quelques centièmes de seconde lorsque les valeurs des ascensions droites des étoiles employées auront pu être l'objet d'une discussion complète; peut-être convient-il aussi de remarquer que la plus petite erreur systématique peut acquérir de l'importance quand les stations sont aussi nombreuses. Dans l'état actuel de la question, nos travaux sont solidaires de ceux de la Mission de la marine Américaine, et il paraît rationnel d'adopter la moyenne des deux valeurs précédentes pour le méridien fondamental :

Longitude conclue du mât de pavillon de la Bourse de Valparaiso... $4^h 55^m 53^s,97$ O.

*Latitude de Valparaiso.*

» La latitude du pilier méridien de l'observatoire du Cerro de l'Artillerie a été déterminée au moyen de 60 distances zénithales méridiennes d'étoiles que j'ai observées avec un cercle méridien placé successivement face E. et face O.; j'ai ainsi obtenu :

| | |
|---|---|
| Latitude : pilier méridien du Cerro de l'Artillerie................. | 33°. 1'.46",7 S. |
| Différence de latitude avec le mât de pavillon de la Bourse (par triangulation)............................................ | 23,4 S. |
| Latitude du mât de pavillon de la Bourse de Valparaiso..... | 33. 2.10,1 S. |

» La même opération de triangulation m'a permis de relier plusieurs autres points de Valparaiso au pilier de notre observatoire du Cerro de l'Artillerie.

*Latitude de Buenos-Ayres.*

» M. Beuf a exécuté la même série d'opérations à Buenos-Ayres et a trouvé les résultats suivants :

| | |
|---|---|
| Latitude : pilier méridien de l'observatoire de l'École navale (par 60 distances zénithales méridiennes d'étoiles)........................ | 34°.35'.13",3 S. |
| Différence de latitude avec la coupole de la Douane (par triangulation). | 1.14,4 S. |
| Latitude de la coupole de la Douane de Buenos-Ayres...... | 34.36.27,7 S. |
| Les Américains ont trouvé par la méthode Talcott............. | 34°36'29",8 S. |

» Qu'il me soit permis d'ajouter, en terminant cette Note déjà trop longue, que, si les circonstances nous ont favorisés pour accomplir la tâche dont je viens d'avoir l'honneur de rendre compte, nous avons eu la satisfaction de rencontrer, auprès de tous et en toutes occasions, le concours empressé et sympathique que les hauts patronages de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes ne pouvaient manquer de provoquer en faveur de leurs mandataires. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Schémas des mouvements atmosphériques sur l'Europe dans les divers régimes.* Mémoire de M. **A. Poincaré.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Faye, Bouquet de la Grye.)

« Nous avons présenté, le mois dernier, d'après les moyennes de M. Hildebrandsson, deux schémas des mouvements atmosphériques au-dessus d'une dépression et d'un surhaussement barométriques conjugués.

» Il nous a semblé possible de tirer immédiatement parti de ces résultats. Dans le Bulletin international des années que nous avions compulsées pour la rédaction de notre *Manuel de prévision*, nous avons choisi, tant pour l'hiver que pour l'été, quatre jours correspondant aux quatre principaux régimes. Sur ces huit Cartes, nous avons tracé les courants de surface en suivant les flèches des vents, les courants des cumulus et ceux des cirrhus, en nous basant sur nos propres observations et sur les angles moyens avec les isobares donnés par M. Hildebrandsson.

» Il y a, sur ces Cartes, une grande variété de dépressions. Si on laisse de côté les effets de condensation et d'électricité, qui se rattachent d'ailleurs aux influences thermiques ou dynamiques et produisent des mouvements analogues en les exagérant, il y a deux causes immédiates de la naissance d'une gyration dans un air tranquille : un échauffement local du sol, et la rencontre ou le voisinage, à une hauteur quelconque, de deux courants de vitesses ou de directions différentes.

» Dans le premier cas, l'air affluant par le bas montera dans notre hémisphère, en spirale de sens inverse à celui du mouvement des aiguilles d'une montre. Une circonstance quelconque amenant un vide relatif aurait le même résultat.

» Dans le second cas, pour que la rotation produite soit active et complète, il faut que les deux courants soient disposés de façon à lui donner le même sens. Il se forme alors une sorte de tube conique aspiratoire, qui se

rapproche plus ou moins du sol. Tournant partout en spirale de même sens, l'air inférieur aux courants moteurs se précipitera vers le cône en montant, y continuera son ascension en commençant à s'écarter du centre, pour être, en haut, entraîné par les courants.

» Mais les choses sont bien rarement aussi simples. Une rotation émanée d'un étage supérieur peut se combiner avec un mouvement ascendant d'abord indépendant. Les points de départ principaux des vents qu'elle provoque par son appel dépendent des circonstances locales. Ces vents peuvent eux-mêmes préexister et venir compliquer le tourbillon. Même dans la génération simple par deux courants de directions opposées, ces deux courants peuvent se trouver à des hauteurs différentes, etc. De là la possibilité de formes des plus diverses, de ruptures, de scissions, de déformations, de reprises d'activité, de changements radicaux dans la physionomie du système originel.

» Nous trouvons, dans nos schémas : la dépression principale qui se détache de son moteur supérieur et transforme son mode de fonctionnement, la pression secondaire née sous la précédente, ou devant elle, au point d'aspiration maximum; la dépression secondaire, née derrière elle du conflit des courants affluents; les dépressions secondaires entraînées par les courants des cumulus qui s'y rendent; les dépressions secondaires qui en dérivent; les tourbillons imparfaits que sa dislocation laisse à des hauteurs diverses; les tourbillons renaissant sous des actions nouvelles, les tourbillons passagers provenus de causes locales non persistantes, les tourbillons orageux qui se disputent vivement un fort courant de cumulus qui vont les entraîner et des courants inférieurs opposés qui s'efforcent de les retenir pour y continuer leur lutte.

» Nous aurions pu y trouver aussi la trombe, qui est, chez nous, le type le plus rapproché de la machine aspirante que nous avons essayé de décrire.

» Quel est le mode de circulation d'ensemble accusé par nos Cartes? Nous y voyons bien des courants, plus ou moins ondulés, qui, relativement à nous, ont parfois une grande longueur, mais ils sont tous essentiellement dépendants de la disposition variable des maxima et des minima. On n'y voit pas de courant dominateur de cette disposition.

» On en pressent cependant un, d'une ampleur et d'une épaisseur sérieuses, qui contournerait l'Europe à quelque distance des côtes, soutenu par l'influence du Gulf-stream et de ses dérivés. Gêné dans sa marche, particulièrement par la formation des zones de haute pression, ce courant

s'étendrait souvent latéralement dans les hautes régions de l'atmosphère; des anses ainsi formées, se détacheraient les dépressions principales.

» Dans la concavité de ce courant, on pourrait grossièrement comparer le mode de circulation à une sorte de natte irrégulière, à nœuds de deux genres, disposés en quinconce. De nombreux brins, tournant successivement dans les deux sens, s'enroulent alternativement, en montant sur les nœuds d'une espèce, en descendant sur ceux de l'autre. Un groupe de brins passe ainsi des régions septentrionales aux régions méridionales; un autre, des régions méridionales aux régions septentrionales. Le premier se prolonge par les alizés; le second est appelé par le courant de circonvallation.

» Mais les grands enroulements sont vastes pour la surface de l'Europe; aussi, en hiver surtout, n'y trouve-t-on souvent que trois ou quatre nœuds.

» Les schémas montrent quatre dispositions principales, dont les effets diffèrent suivant les saisons.

» Dans la première, il y a un maximum sur l'Italie, ou plusieurs maxima distribués de façon à produire le même effet. Les grandes dépressions vont des Açores à la mer Glaciale, où elles s'épanchent. Elles restent ainsi rattachées d'assez près à la marche du Gulf-stream.

» Dans la deuxième, le maximum est au sud-ouest du Portugal. Les grandes dépressions, arivant sur les Iles-Britanniques, vont se disloquer sur la Russie.

» Dans la troisième, le maximum principal est à l'ouest ou au sud-ouest de l'Irlande, un maximum secondaire est sur l'ouest de la Russie. Les grandes dépressions marchent de l'ouest à l'est, au nord des deux zones. Au sud, des tourbillons arrêtés s'activent sous l'influence des courants contraires qui les traversent de bas en haut.

» Dans la quatrième, les hautes pressions s'étendent, compactes, sur le nord jusqu'à la Finlande. Les dépressions sont poussées contre le sud de la zone, s'y activent sur place, puis sont refoulées ».

M. J. Lephay adresse un Mémoire portant pour titre « Les radiations solaires au cap Horn ».

M. J.-B.-E. Jacquemin adresse un Mémoire, accompagné d'une planche, sur un modèle de bateau sous-marin.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Tresca.)

## CORRESPONDANCE.

M. **Jurien de la Gravière** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, la collection des Ouvrages qu'il a publiés jusqu'à ce jour.

M. **Faye** dépose sur le Bureau une circulaire de M. *Paul*, de l'Observatoire naval de Washington. Cette pièce ne pouvant paraître dans les *Comptes rendus* à cause de son étendue et des dessins qui l'accompagnent, M. Faye demande la permission d'en indiquer succinctement l'objet. M. Paul, qui s'occupe des ondes atmosphériques dont l'éruption du Krakatoa a été l'origine, prie les établissements météorologiques où les variations barométriques sont enregistrées automatiquement de lui adresser une copie des observations, du 16 août au 15 septembre, avec les renseignements nécessaires à la discussion.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Influence de l'attraction luni-solaire sur la marche des pendules*. Note de M. **A. Gaillot**, présentée par M. Mouchez.

« J'ai démontré (*Bulletin astronomique*, mars 1884) que l'attraction lunaire modifie l'intensité de la pesanteur et que l'on a, en négligeant les puissances de $\frac{a}{r}$ supérieures à la troisième,

$$\frac{g'-g}{g} = m\left(\frac{a}{r}\right)^3(1-3\cos^2 z),$$

formule dans laquelle $g$ représente l'intensité de la pesanteur dépendant de la seule action de la Terre; $g'$ l'intensité troublée par l'action de la Lune; $m$ la masse de la Lune, celle de la Terre étant prise pour unité; $a$ et $r$ les longueurs respectives des droites qui joignent le centre de la Terre à l'observateur et au centre de la Lune; $z$ l'angle de ces deux droites.

» De la formule qui définit la durée $\tau$ d'une oscillation du pendule, on déduit, en tenant compte de la relation précédente,

$$\frac{\delta\tau}{\tau} = -\frac{1}{2}\frac{\delta g}{g} = \frac{1}{2}m\left(\frac{a}{r}\right)^3(3\cos^2 z - 1).$$

» Le second membre ne changera pas, quelque petite que soit la durée de l'oscillation, et, comme c'est précisément cette durée qui sert à mesurer

le temps, on peut écrire

$$(1) \qquad \frac{d\tau}{dt} = \frac{1}{2} m \left(\frac{a}{r}\right)^3 (3\cos^2 z - 1).$$

» Dans le triangle sphérique ayant pour sommets le pôle, le zénith et le centre de la Lune, on a, $\lambda$ étant la latitude du lieu, $\mathbb{D}$ et H la déclinaison et l'angle horaire de la Lune,

$$\cos z = \sin\lambda \sin\mathbb{D} + \cos\lambda \cos\mathbb{D} \cos H;$$

d'où, en substituant dans l'équation (1),

$$\frac{d\tau}{dt} = \frac{1}{2} m \left(\frac{a}{r}\right)^3 (3\sin^2\lambda \sin^2\mathbb{D} + 3\cos^2\lambda \cos^2\mathbb{D} \cos^2 H + 3\sin 2\lambda \sin\mathbb{D} \cos\mathbb{D} \cos H - 1).$$

» Soient, pour $H = 0$, $\mathbb{D}_0$ la déclinaison de la Lune, $h = \frac{d\mathbb{D}}{dH}$ et $k = \frac{dt}{dH}$. Pour une valeur quelconque de H, on aura

$$\begin{aligned}\frac{d\tau}{dt} = \frac{1}{2} m \left(\frac{a}{r}\right)^3 [&3\sin^2\lambda \sin^2\mathbb{D}_0 + 3\cos^2\lambda \cos^2\mathbb{D}_0 \cos^2 H \\ &+ 3\sin 2\lambda \sin\mathbb{D}_0 \cos\mathbb{D}_0 \cos H - 1 \\ &+ 3h(\sin^2\lambda \sin 2\mathbb{D}_0 - \cos^2\lambda \sin 2\mathbb{D}_0 \cos^2 H \\ &+ \sin 2\lambda \cos 2\mathbb{D}_0 \cos H)].\end{aligned}$$

Remplaçant $dt$ par $k\,dH$ et intégrant de $H = -\pi$ à $H = +\pi$, on obtient pour la variation $T_{☾}$ d'une pendule pendant l'intervalle $2k\pi$ qui sépare deux culminations inférieures de la Lune

$$T_{☾} = \frac{1}{2} m \left(\frac{a}{r}\right)^3 \left[2k\pi\left(3\sin^2\lambda \sin^2\mathbb{D}_0 + \frac{3}{2}\cos^2\lambda \cos^2\mathbb{D}_0 - 1\right) + 3h \sin 2\mathbb{D}_0 . 2k\pi \left(\sin^2\lambda - \frac{1}{2}\cos^2\lambda\right)\right].$$

» Lorsque l'on considère une révolution entière de la Lune dans son orbite, à une même valeur de $\mathbb{D}$ correspondent deux valeurs de $h$ égales et de signes contraires, suivant que $\mathbb{D}$ est croissant ou décroissant : il en résulte que le terme qui a pour facteur $h$ dans l'expression précédente donne une somme totale nulle quand on cherche la variation correspondant à une révolution ou même à une demi-révolution de la Lune; c'est pourquoi nous n'en tiendrons pas compte dans la recherche de la partie progressive

ou séculaire $T'_{☾}$ de la variation des pendules, dont l'expression sera

$$T'_{☾} = \frac{1}{2} m \left(\frac{a}{r}\right)^3 2k\pi \left(3\sin^2\lambda \sin^2 \varpi_0 + \frac{3}{2}\cos^2\lambda \cos^2 \varpi_0 - 1\right).$$

Si nous prenons la seconde de temps solaire pour unité de temps, on aura

$$T'_{☾} = \frac{1}{2} m \left(\frac{a}{r}\right)^3 \times k \times 86400^s \left(3\sin^2\lambda \sin^2 \varpi_0 + \frac{3}{2}\cos^2\lambda \cos^2 \varpi_0 - 1\right).$$

» La variation $T'_{\odot}$, dépendant de l'attraction solaire, aura la même expression; on devra seulement remplacer les quantités $m$, $r$ et $\varpi$ par les quantités analogues $m'$, $r'$ et $\varpi'$, qui se rapportent au Soleil; quant à $k$, il devient égal à l'unité.

» Si l'on considère la durée d'une révolution entière des nœuds de la Lune et si l'on admet que cet astre se meut constamment dans l'écliptique, l'erreur commise dans la somme totale des valeurs de $T'_{☾}$ est du second degré par rapport à l'inclinaison de l'orbite de la Lune sur l'écliptique, et par conséquent du même ordre que les quantités déjà négligées. Nous pouvons donc admettre cette hypothèse en conservant le même degré d'exactitude que précédemment.

» Soient L la longitude moyenne de cette Lune fictive, L' celle du Soleil et $\omega$ l'inclinaison de l'écliptique; on a, en négligeant encore l'excentricité des orbites,

$$\sin\varpi = \sin\omega \sin L, \quad \sin\varpi' = \sin\omega \sin L';$$

d'où

$$T'_{☾} = \tfrac{1}{2} m \left(\frac{a}{r}\right)^3 86400^s k \left(\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda - 1\right)\left(1 - 3\sin^2\omega \sin^2 L\right) = M,$$

$$T'_{\odot} = \tfrac{1}{2} m' \left(\frac{a}{r'}\right)^3 86400^s \left(\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda - 1\right)\left(1 - 3\sin^2\omega \sin^2 L'\right) = M'.$$

» On en conclut, pour les valeurs moyennes $(T'_{☾})$, $(T'_{\odot})$ de $T'_{☾}$ et $T'_{\odot}$, quand L et L' croissent de 0 à $2\pi$,

$$(T'_{☾}) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} M\,dL = \tfrac{1}{2} m \left(\frac{a}{r}\right)^3 86400^s k \left(\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda - 1\right)\left(1 - \tfrac{3}{2}\sin^2\omega\right)$$

$$(T'_{\odot}) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} M'\,dL' = \tfrac{1}{2} m' \left(\frac{a}{r'}\right)^3 86400^s \left(\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda - 1\right)\left(1 - \tfrac{3}{2}\sin^2\omega\right),$$

et, pour la variation totale T de la pendule en une année, en remarquant que

le nombre des passages de la Lune au même méridien est de $\frac{365,25}{k}$ par an,

$$T = 365,25\left[\frac{1}{k}(T'_{☾}) + (T'_{\odot})\right]$$
$$= 365,25 \times 86400^s\left[\tfrac{1}{2}m\left(\frac{a}{r}\right)^3 + \tfrac{1}{2}m'\left(\frac{a}{r'}\right)^3\right]\left(\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda - 1\right)\left(1 - \tfrac{3}{2}\sin^2\omega\right).$$

Or $m\left(\frac{a}{r}\right)^3 = 0,000000056$ et $m'\left(\frac{a}{r'}\right)^3 = 0,000000025$; en substituant ces valeurs dans l'expression précédente et effectuant les calculs, on trouve :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pour $\lambda = 0^\circ$..... | $T = +0^s,49$ | Pour $\lambda = 60^\circ$..... | $T = -0^s,61$ |
| » 15..... | $+0,39$ | » 75..... | $-0,78$ |
| » 30..... | $+0,12$ | » 90..... | $-0,97$ |
| » 45..... | $-0,24$ | Pour Paris ....... | $-0,34$ |

T représente l'accroissement du temps employé par une pendule pour battre le nombre de secondes correspondant à une année. A l'équateur, l'accroissement est d'une demi-seconde : la pendule y retarde donc d'une demi-seconde chaque année, par l'effet de l'attraction combinée du Soleil et de la Lune; elle avance d'une seconde au pôle.

» Si l'aplatissement de la Terre était susceptible d'être mesuré avec une très grande exactitude en comparant la durée des oscillations du pendule à diverses latitudes, il faudrait tenir compte des résultats précédents dans sa détermination; mais, comme la correction ne porterait que sur des décimales plus éloignées de trois rangs au moins que celles auxquelles on s'arrête ordinairement, elle est absolument négligeable. »

ASTRONOMIE. — *Sur les taches solaires observées à Rome, pendant le premier trimestre de* 1884. Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, 4 avril 1884.

» Dans ma Note du 9 février, j'attirais l'attention de l'Académie sur le nombre extraordinaire et la grande extension des taches solaires pendant le dernier trimestre de 1883; j'ajoutais que cette activité s'était conservée en janvier 1884, et que les observations faites pendant le petit nombre des jours de février montraient qu'elle continuait encore. Les observations que j'ai faites depuis confirment cette prévision. Voici les résultats des observations

faites pendant le premier trimestre de 1884; le nombre des jours d'observation a été 24 en janvier, 23 en février, et 28 dans le mois de mars :

| 1884. | Fréquence relative des taches | Fréquence des jours sans taches | Grandeur relative des taches | Grandeur relative des facules | Nombre des groupes des taches par jour. |
|---|---|---|---|---|---|
| Janvier... | 29,70 | 0,00 | 107,75 | 71,74 | 6,83 |
| Février... | 32,09 | 0,00 | 118,65 | 56,82 | 7,52 |
| Mars..... | 26,97 | 0,00 | 113,82 | 60,18 | 7,45 |

» En février, on a un nombre de taches et de groupes supérieur aux nombres donnés dans la Note précédente. De plus, dans cette série, au maximum des taches correspond un minimum pour les facules.

» Les phénomènes de la chromosphère ont été assez souvent splendides, quant à la forme et à la hauteur des protubérances; mais nous n'avons pas encore observé les spectres métalliques compliqués qu'on avait constatés dix ans auparavant. Une chose digne de remarque, c'est que, tandis que les taches solaires ont été si nombreuses, pendant six mois, à partir d'octobre 1883, nos instruments magnétiques se sont conservés dans un calme relativement extraordinaire. Il faudrait savoir s'il est arrivé la même chose dans les autres stations magnétiques.

» Aujourd'hui, les taches et les protubérances solaires sont assez nombreuses, et belles : l'un des groupes a une longueur de 4',5 et 1' de largeur. Il n'y a donc pas de doute que, depuis six mois, l'activité solaire ait été toujours considérable et qu'elle le soit encore, car nos observations, favorisées par le beau temps, constituent la meilleure série pour bien juger des variations. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Auréoles observées autour du Soleil.* Note de M. Ch. Moussette.

« Dans une Communication présentée à l'Académie des Sciences le 24 mars dernier, M. Thollon annonce que, sous le ciel de Nice, habituellement pur, le Soleil paraît, depuis quelques mois, même durant les plus belles journées, enveloppé d'une sorte de couronne de lumière diffuse. Il demande si des observateurs, placés en d'autres lieux, ont fait la même remarque.

» Je m'empresse de répondre que j'ai constaté à Auteuil le même phénomène, en observant le Soleil, à différents moments de la journée, à tra-

vers des verres teintés ou des nicols croisés. En outre, j'en ai fixé l'image par des épreuves de photographie instantanée.

» Celles que j'ai l'honneur de remettre aujourd'hui à l'Académie ont été obtenues le 31 mars à $10^h 30^m$ du matin et le 2 avril à $2^h 30^m$ après-midi. Elles montrent le disque solaire entouré d'une auréole de lumière diffuse, commençant à une faible distance de l'astre et embrassant une étendue de 8° environ.

» De mon examen optique, il résulte que l'intensité du phénomène varie suivant le déplacement, et le plus ou moins de transparence de nuages excessivement légers, d'apparence brumeuse ou stratifiée, qui tamisent la lumière et me paraissent être, sinon l'unique cause de ces auréoles, au moins la principale.

» Ayant continué à photographier les aspects du ciel, lorsqu'ils présentent quelque intérêt au point de vue météorologique, je joins à cette Note une épreuve du crépuscule de la soirée du 10 février 1844, une de celui du 5 avril et deux couchers de soleil, du 5 et du 12 mars. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'aspect de la comète Pons-Brooks, le 13 janvier 1884.* Note de M. L. Cruls, présentée par M. Faye.

« Observatoire impérial de Rio-de-Janeiro, 13 mars 1884.

» Les *Comptes rendus* du 11 février dernier contiennent une Note de M. Perrotin, dans laquelle cet astronome mentionne, comme ayant été particulièrement intéressant, l'aspect de la comète Pons-Brooks les 13 et 19 janvier.

» A titre de confirmation, je crois utile de faire connaître à l'Académie les observations faites à l'observatoire de Rio-de-Janeiro, notamment celles du 13 janvier, au sujet desquelles je relève dans le registre des observations les notes suivantes, que je transcris textuellement :

» 13 *janvier*. — Ciel avec cirrhus, peu favorable. La comète a augmenté considérablement d'éclat et a changé d'aspect. La particularité la plus remarquable qu'elle présente consiste en ce qu'on voit distinctement autour du noyau deux enveloppes concentriques, la plus centrale plus lumineuse que celle extérieure; le diamètre de l'une est environ le tiers de celui de l'autre. La différence des intensités lumineuses est très caractérisée.

» La queue s'aperçoit dans les faibles grossissements; elle a environ 1°,5, estimation approchée, car l'état du ciel empêche de reconnaître avec certitude les limites de la queue. On distingue la comète à l'œil nu, malgré le clair de lune.

» Le spectre a augmenté d'éclat, les trois raies, bien distinctes, sont estompées du côté du violet. Pas de trace de sodium.

Diamètre de l'enveloppe extérieure ........... 4′ à 5′.
Diamètre de l'enveloppe intérieure $\frac{1}{3}$.......... $1'\frac{1}{2}$ à $1'\frac{2}{3}$.

» Noyau brillant, *paraît en effervescence.*

Observateurs : Cruls et Lacaille.

» Ainsi qu'il est facile de le vérifier par la lecture de la Note de M. Perrotin, la description ci-dessus concorde entièrement avec celle-ci. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une erreur qui a été commise dans la fixation du moment précis de la commotion principale du Krakatoa.* Note de M. **A.-A. Buijskes.**

« Batavia, 29 février 1884.

» Dans la séance du 31 décembre 1883, M. de Quatrefages a donné lecture d'une Lettre de M. Erington de la Croix sur la catastrophe de Krakatoa et la vitesse des ondes liquides. M. de la Croix admet que la vague gigantesque, qui a ravagé les côtes de Java et Sumatra s'est produite le 27 août *à midi moins quelques minutes;* il calcule, d'après ce point de départ, le mouvement moléculaire et la vitesse des ondes. Ce calcul n'est pas considéré comme probant par M. Daubrée, qui admet la possibilité de secousses volcaniques transmises par le fond de la mer.

» Permettez-moi d'observer qu'il y a ici une erreur sur le moment qui a été pris comme origine de la vague, comme on peut le constater en comparant tous les Rapports du Gouvernement et des journaux sur cette catastrophe.

» Ici, à Batavia, la plus forte détonation, qui a résonné comme un coup de canon de fort calibre, à quelques mètres de distance, a été entendue *à huit heures précises du matin,* ce qui correspond parfaitement avec le Rapport de l'Ingénieur du télégraphe à Anjer, qui, étant occupé à réparer le câble déjà endommagé par des vagues antérieures, s'est enfui à la vue d'une vague gigantesque, qui s'avançait comme une muraille mouvante d'une hauteur de plusieurs mètres et d'une couleur noir foncé, avec une vitesse vertigineuse, à ce point que, quoique fuyant à toutes jambes, il n'a pu éviter les eaux et n'a conservé la vie que grâce à une circonstance toute particulière. Selon cet ingénieur, la grande vague est venue à $8^h 30^m$ passées, temps d'Anjer; elle a été précédée par une autre vague moins forte, à $6^h$ environ du matin.

» A Telok-Betong, dans le fond de la baie du même nom, une vague s'est montrée à $6^h$ du matin, et une autre plus forte, qui a détruit la ville, entre $7^h$ et $8^h$ environ : il a été impossible d'indiquer le moment précis, à cause de la terreur occasionnée par l'obscurité, l'ouragan et l'orage.

» En tout cas, on peut admettre comme tout à fait probable que la plus forte secousse, celle qui a donné naissance à la vague qui s'est propagée sur tout le globe, s'est produite à peu près à $8^h$ du matin, temps de Batavia, ce qui change beaucoup la valeur de la vitesse de l'onde admise par M. de la Croix.

» Quant à l'observation de M. Daubrée, il ne me paraît pas bien admissible que les secousses ou vibrations se soient étendues par le fond de la mer, par la raison que, dans ce cas, on aurait dû s'en apercevoir ici, à Bentam et sur les côtes de Sumatra, où l'on n'a observé que des vibrations dans l'air, sans que le sol ait été secoué ou agité d'une manière tant soit peu importante.

» Je n'ai d'ailleurs pas d'autre but, dans cette Lettre, que de rectifier une erreur regrettable pour ceux qui la prendraient comme base de leurs calculs. »

M. **Dupuy de Lome** communique à l'Académie l'extrait suivant du Rapport de mer du commandant du paquebot *l'Emirne*, des Messageries maritimes.

« Le 27 décembre 1883, l'*Emirne* faisant route de Batavia vers Singapore se trouvait, à $6^h30^m$ du matin, à 50 milles de Batavia dans la direction nord et sud, lorsque le navire a donné dans un banc de pierres ponces recouvrant complètement la mer aussi loin que la vue pouvait s'étendre.

» Ce banc, composé de pierres ponces juxtaposées, avait de $0^m,30$ à $0^m,35$ d'épaisseur.

» Après quelque temps de marche à travers cet amas de pierres flottantes, une quantité considérable de pierres ponces a été aspirée par les turbines opérant la circulation d'eau de condensation; les chambres des condenseurs en ont été obstruées au point que le vide a cessé de se produire et qu'il a fallu stopper pour nettoyer ces condenseurs.

» On a pu ensuite reprendre la marche à petite vitesse, et vers $9^h$ du matin le paquebot est sorti de ce banc flottant.

Ce banc flottant de pierres ponces provenait certainement de l'éruption du Krakatoa. Cette éruption ayant eu lieu le 26 août 1883, il est intéres-

sant de noter la rencontre en mer de ce banc de pierres ponces, le 27 décembre, dans les parages précités.

MÉCANIQUE. — *Sur le principe du prisme de plus grande poussée, posé par Coulomb dans la théorie de l'équilibre-limite des terres.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« On peut dégager de la théorie de l'équilibre-limite des masses sablonneuses la propriété suivante de maximum, qui est comme l'expression développée du principe du prisme de plus grande poussée, émis et si ingénieusement utilisé par Coulomb en 1773 (*Savants étrangers*, t. VII, p. 359) : la poussée exercée effectivement sur la paroi mobile continuerait à s'y exercer si le massif pulvérulent se terminait à la surface de rupture la plus éloignée de la paroi, toute la masse sous-jacente devenant solide, et elle est la plus forte des poussées qui ont lieu, à l'état d'équilibre-limite, quand le massif se trouve limité ainsi par une surface rugueuse quelconque allant du bas de la paroi mobile à la surface libre.

» Observons, pour le démontrer, que, dans le cas d'un massif indéfini derrière la paroi mobile, la surface de rupture en question, que j'appellerai S, éprouve sur toute son étendue des pressions inclinées par rapport à la normale d'un angle égal à l'angle même, $\varphi$ ou $\varphi'$, du frottement intérieur des couches à travers lesquelles elle passe ; donc le même mode d'équilibre-limite subsisterait, si le prisme de terre qui se détache restait seul pulvérulent et s'éboulait en glissant contre la masse sous-jacente, supposée, au contraire, devenue solide. Or, soit S' toute autre surface menée dans le massif, au-dessus ou au-dessous de S, depuis le bas de la paroi jusqu'à la surface libre. Les pressions exercées sur ses divers éléments, dans le mode effectif d'équilibre déjà considéré, feront évidemment avec la normale à ces éléments certains angles, $\gamma$, généralement plus petits que l'angle maximum $\varphi$ ou $\varphi'$.

» Si donc la partie du massif située au-dessous de S' devenait solide et acquérait en même temps le degré précis de poli nécessaire pour que l'angle de son frottement contre le sable se réduisît partout aux valeurs $\gamma$, ce même mode d'équilibre-limite subsisterait dans la masse supérieure à S', restée, par hypothèse, pulvérulente; et la poussée contre la paroi mobile serait encore celle, P, qui s'y exerce en effet lors d'un commencement de renversement. Mais il n'en sera plus nécessairement de même si l'on restitue à la partie du massif inférieure à S', devenue ainsi solide, son degré naturel de rugosité, correspondant à l'angle $\varphi$ ou $\varphi'$ de frottement contre le sable

situé au-dessus; car alors elle pourra *retenir davantage* celui-ci et, par conséquent, faire descendre sa poussée au-dessous de la limite P. C'est ce qui a lieu, notamment, quand S′ passe par-dessus S, cas où la surface de rupture, obligée de se déplacer, vient se confondre avec S′, sinon même s'élever encore plus, et, supposé que l'on adopte précisément cette nouvelle surface de rupture pour limite inférieure du massif, l'obliquité des pressions y augmente jusqu'à $\varphi$ ou $\varphi'$. Quand, au contraire, la nouvelle surface S′ est tout entière au-dessous de S, rien n'est changé à l'équilibre-limite primitif, vu que la masse pulvérulente située au-dessus de S peut continuer à glisser sur cette surface S, tandis que la partie comprise entre S et S′ est retenue par le frottement de S′. Et, en effet, la poussée reste alors égale à P; car, si elle devenait moindre, en traçant, dans le massif ainsi limité par S′, la surface S, et appliquant le raisonnement précédent au nouveau massif partiel supérieur à S, celui-ci pourrait exercer une poussée non moins faible, conséquence inadmissible, puisque P est déjà sa poussée minima. Ainsi, en supposant successivement le massif limité, à partir du bas de la paroi mobile, par des surfaces S′ montant de moins en moins vite, la poussée grandira à mesure que la surface de rupture, d'abord supérieure à S, se rapprochera de S; elle atteindra la valeur P quand S′ se confondra avec S, et elle restera désormais stationnaire, comme la surface de rupture, dès que S′ passera au-dessous de S.

» On voit que la valeur P n'est pas un maximum au sens ordinaire. Néanmoins on pourra l'obtenir, ainsi que la surface S, par la règle usuelle des maxima et des minima, consistant à exprimer qu'une fonction n'éprouve, dans le voisinage d'une telle valeur, que des variations du second ordre de petitesse. Imaginons en effet que l'on trace toutes les surfaces de rupture possibles se produisant quand S′ diffère peu de S, surfaces qui passent au-dessus de S à des distances que nous regarderons comme du premier ordre de petitesse, et concevons réalisé l'état d'équilibre-limite pour le cas où le massif s'étend plus bas que S. Toutes ces surfaces voisines de S y supportent des pressions ayant l'obliquité maxima $\varphi$ ou $\varphi'$, à des différences près du second ordre; car elles font, par raison de continuité, des angles du premier ordre avec les éléments plans de direction peu différente qui, aux mêmes points, subissent des pressions inclinées de l'angle $\varphi$ ou $\varphi'$ sur leur normale, et cet angle $\varphi$ ou $\varphi'$, étant maximum, reste sensiblement le même pour tous les éléments plans d'une orientation voisine. Il suit donc de là que, à des infiniment petits près du second ordre, le mode d'équilibre-limite, et la poussée P, qui ont lieu quand le massif se

termine à la surface S, ont lieu aussi quand il se termine à des surfaces infiniment voisines quelconques S' : par conséquent, la poussée n'éprouve, d'un de ces cas à un autre, que des variations du second ordre de petitesse. Et si enfin, d'une part, l'on suppose, comme il arrive toujours dans la pratique, la paroi mobile assez peu inclinée sur la verticale pour qu'une des deux surfaces de rupture lui soit contigüe, si, d'autre part, on attribue successivement au massif, comme limite inférieure, toutes les surfaces de rupture qui s'y produisent quand il est borné, à partir du bas de la paroi, par des surfaces d'abord presque verticales, mais ensuite de moins en moins montantes, la poussée P du coin de terre qui se détache cessera de croître, et vérifiera la condition ordinaire (de quasi-invariabilité) des maxima et des minima, au moment où la surface de rupture *atteindra* la position effective S qu'elle a dans le massif indéfini. Or tel est, au fond, le principe du prisme de plus grande poussée.

» Seulement sa mise en œuvre, qui consisterait à calculer les poussées correspondant à toutes les surfaces de rupture possibles et à chercher ensuite leur maximum, serait évidemment plus compliquée que l'intégration même des équations de l'équilibre-limite du massif proposé, puisqu'elle exigerait l'étude de ce que devient cet équilibre quand on introduit une paroi de plus, la surface même supposée de rupture. Aussi n'est-ce qu'en recourant à l'hypothèse, arbitraire *a priori*, et inexacte, d'une forme plane de cette surface, que Coulomb a pu tirer parti de la propriété de maximum dont il avait eu l'intuition ([1]). Or la poussée la plus forte déterminée dans une supposition aussi restrictive n'est plus qu'une sorte de maximum relatif, n'atteignant pas le maximum absolu demandé, et constituant seulement une approximation par défaut de la poussée vraie, c'est-à-dire une approximation qui manque de sécurité. C'est ce que reconnaissait déjà Coulomb au n° XIV de son Mémoire (p. 365 et 362), où il se décidait (au risque de dépasser très sensiblement le but) à négliger le frottement du mur pour renforcer des résultats déduits de l'hypothèse d'une rupture plane. Il ne faudra donc recourir à celle-ci que sous la réserve et dans les

---

([1]) Coulomb a, d'ailleurs, pressenti que la surface de rupture devait avoir une concavité sensible, comme on le voit par le n° XV de son Mémoire (p. 367 à 369). Mais la tentative qu'il y fait pour en déterminer la forme est viciée par l'hypothèse d'une division du massif en couches verticales sur le point de glisser les unes contre les autres, hypothèse qui implique, pour la surface de rupture, l'inclinaison $\tan g\varphi$ sur l'horizon et, par conséquent, une orme plane.

cas où la théorie nouvelle, plus complète, de l'équilibre-limite se heurterait à des difficultés d'intégration insurmontables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes quadratiques quaternaires et sur les groupes hyperabéliens correspondants.* Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« J'ai indiqué récemment (*Comptes rendus*, 17 mars 1884) un exemple de fonctions *hyperabéliennes;* je rappelle que je désigne ainsi les fonctions de deux variables indépendantes $x$ et $y$, qui se reproduisent quand on effectue sur $x$ et $y$ un groupe de substitutions qui sont toutes de l'une ou l'autre forme

$$\left(x, y, \frac{ax+b}{cx+d}, \frac{a'y+b'}{c'y+d'}\right)$$

ou

$$\left(x, y, \frac{\alpha y+\beta}{\gamma y+\delta}, \frac{\alpha' x+\beta'}{\gamma' x+\delta'}\right).$$

» Je voudrais montrer, dans cette Note, comment certaines considérations arithmétiques peuvent conduire à une classe étendue de groupes hyperabéliens.

» Considérons une forme quadratique quaternaire indéfinie à coefficients entiers $f(x, y, z, t)$; elle sera réductible à l'un ou l'autre des types

$$(1) \qquad \pm(u_1^2+u_2^2+u_3^2-u_4^2),$$

$$(2) \qquad u_1^2+u_2^2-u_3^2-u_4^2,$$

où les $u$ sont des fonctions linéaires réelles des quatre indéterminées. L'étude arithmétique de la forme $f$ sera tout à fait différente suivant que cette forme appartiendra au type (1) ou au type (2). L'étude, plus simple d'ailleurs, du type (2) présente moins d'intérêt au point de vue de la théorie des fonctions; nous allons nous occuper uniquement, dans ce qui suit, du second type, afin de montrer comment on peut, dans ce cas, faire correspondre à la forme un groupe hyperabélien.

» Conformément à la méthode générale de M. Hermite (*Journal de Crelle*, t. 47), nous devons associer à la forme $f$ une forme définie convenable, renfermant un certain nombre de paramètres arbitraires. Le point essentiel est de réduire les paramètres au moindre nombre possible et de les prendre de la manière la plus convenable pour pouvoir effectuer la réduction continuelle. Voici le résultat auquel je suis parvenu : la forme définie $\varphi$, que

nous devons associer à $f$, peut s'écrire

$$\varphi = (\eta - \eta_0)(\xi - \xi_0)(u_3^2 + u_4^2 - u_1^2 - u_2^2) \\ + 2\,\mathrm{norme}[(\eta - \xi)u_1 - (1 + \xi\eta)u_2 + (\xi + \eta)u_3 + (1 - \xi\eta)u_4].$$

$\xi$ et $\eta$ sont deux paramètres complexes arbitraires, dans lesquels les coefficients de $\sqrt{-1}$ sont tous deux positifs; $\xi_0$ et $\eta_0$ désignent les quantités conjuguées de $\xi$ et $\eta$. On a ensuite à effectuer la réduction continuelle de cette forme pour toutes les valeurs indiquées des paramètres $\xi$ et $\eta$. On emploiera pour les formes quaternaires définies les conditions de réduction données par M. Charve (*Annales de l'Ecole Normale*, 1882), et qui résultent de l'extension aux formes quaternaires de la remarquable méthode employée par M. Selling pour les formes ternaires.

» Considère-t-on maintenant une substitution à coefficients entiers et de déterminant 1, transformant en elle-même la forme $f$; si l'on effectue cette substitution dans la forme $\varphi$, elle se changera, à un facteur positif près, en une forme toute semblable, où $\xi$ et $\eta$ auront été seulement remplacés par $\xi'$ et $\eta'$, et l'on aura

$$(\mathrm{S}) \qquad \begin{cases} \text{soit} \quad \xi' = \dfrac{a\xi + b}{c\xi + d}, \quad \eta' = \dfrac{l\eta + m}{n\eta + p}, \\ \text{soit} \quad \xi' = \dfrac{\alpha\eta + \beta}{\gamma\eta + \delta}, \quad \eta' = \dfrac{\lambda\xi + \mu}{\nu\xi + \pi}, \end{cases}$$

les coefficients de ces différentes substitutions étant réels; de plus, ce groupe est *discontinu* pour des valeurs complexes des paramètres $\xi$ et $\eta$. Nous obtenons donc ainsi un groupe *hyperabélien* relatif à ces deux variables. Ce groupe est nécessairement isomorphe au groupe des substitutions qui transforment en elle-même la forme quaternaire $f(x, y, z, t)$. L'opération de la réduction continuelle de la forme $\varphi$ permet de trouver les substitutions fondamentales de l'un et l'autre de ces groupes.

» Si l'on ne se propose que d'indiquer l'existence d'un groupe hyperabélien, correspondant à une forme quadratique quaternaire du type (2), sans vouloir en faire l'étude approfondie, on peut, sans recourir aux considérations précédentes, raisonner de la manière suivante. Soit toujours

$$f(x, y, z, t) = u_1^2 + u_2^2 - u_3^2 - u_4^2,$$

et supposons les quatre indéterminées $x$, $y$, $z$ et $t$ liées par l'équation

$$f(x, y, z, t) = 0.$$

Nous poserons

$$\xi = \frac{u_1 - u_3}{u_4 - u_2}, \quad \eta = \frac{u_1 + u_3}{u_4 - u_2}.$$

Si l'on effectue sur $x, y, z, t$ une substitution transformant $f$ en elle-même, $\xi$ et $\eta$ se changent respectivement en de nouvelles valeurs $\xi'$ et $\eta'$, et celles-ci sont liées aux premières par des relations de la forme (S). On obtient donc ainsi un groupe de substitutions relatif aux variables $\xi$ et $\eta$; ce groupe est discontinu pour des valeurs *complexes* de ces variables : c'est un groupe hyperabélien. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des quaternions.* Note de M. ÉD. WEYR, présentée par M. Hermite.

« Dans le n° 11 de ce Tome, M. Sylvester donne quelques résultats relatifs à la solution d'une classe très étendue d'équations en quaternions. Il s'agit des équations dans lesquelles tous les quaternions donnés se trouvent du même côté du quaternion cherché, et dont la solution, d'après M. Sylvester, pourra être effectuée en résolvant une équation algébrique ordinaire; c'est ce que M. Sylvester fera voir dans un prochain numéro du *London and Edinburgh Philosophical Magazine.*

» Dans ce qui suit, j'indique un procédé par lequel la résolution des équations plus générales, et qu'on pourrait nommer *bilatérales*, de la forme

$$(1) \qquad \Sigma(aq^n b + cq^{n-1} d + \ldots + gqh) = r,$$

est ramenée à la solution de deux équations algébriques à deux inconnues.

» Soit $q^2 = \lambda_1 q + \mu_1$, $\lambda_1$ et $\mu_1$ étant des quantités scalaires; on aura

$$q^n = \lambda_{n-1} q + \mu_{n-1},$$

$\lambda_{n-1}$ et $\mu_{n-1}$ étant des fonctions entières de $\lambda_1$, $\mu_1$ de degré $n - 1$ [1]. Par

---

[1] On a

$$\lambda_{n-1} = \frac{\rho_1^n - \rho_2^n}{\rho_1 - \rho_2}, \quad \mu_{n-1} = \frac{\rho_1 \rho_2^n - \rho_1^n \rho_2}{\rho_1 - \rho_2},$$

en désignant par $\rho_1$, $\rho_2$ les racines de l'équation $\rho^2 = \lambda_1 \rho + \mu_1$, c'est-à-dire de l'équation $\rho^2 = 2Sq.\rho - (Tq)^2$; ici nous faisons usage de la notation de Hamilton. $\rho_1$ et $\rho_2$ sont donc les quantités $w \pm \sqrt{-1}\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, étant posé $q = w + xi + yj + zk$.

J'ajoute qu'on a, plus généralement,

$$f(q) = \frac{f(\rho_1) - f(\rho_2)}{\rho_1 - \rho_2} q + \frac{\rho_1 f(\rho_2) - \rho_2 f(\rho_1)}{\rho_1 - \rho_2},$$

si $f$ désigne une fonction scalaire quelconque.

cela, l'équation proposée prend la forme

$$(2)\qquad \Sigma(\lambda_{n-1}aqb + \lambda_{n-2}cqd + \ldots) + \Sigma(\mu_{n-1}ab + \mu_{n-2}cd + \ldots) = r.$$

» Appelons $\varphi(q)$ la première somme qui est une fonction homogène et linéaire relativement à l'inconnue $q$, et posons

$$r - \Sigma(\mu_{n-1}ab + \mu_{n-2}cd + \ldots) = s.$$

» Nous aurons l'équation linéaire

$$\varphi(q) = s,$$

qu'on résoudra d'après la méthode donnée par Hamilton, en y regardant $\lambda_1$ et $\mu_1$ comme des quantités absolument arbitraires, indépendantes de $q$.

» Pour cela, on formera les expressions $\varphi^2(q)$, $\varphi^3(q)$, $\varphi^4(q)$ et l'on posera

$$\varphi^4(q) = \alpha q + \beta\varphi(q) + \gamma\varphi^2(q) + \delta\varphi^3(q),$$

$\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$ désignant des quantités scalaires indépendantes de $q$, qu'on trouvera, en attribuant à $q$ des valeurs spéciales, sous la forme

$$\alpha = \frac{F_1}{F},\quad \beta = \frac{F_2}{F},\quad \gamma = \frac{F_3}{F},\quad \delta = \frac{F_4}{F},$$

les F désignant des fonctions entières de $\lambda_1$ et $\mu_1$.

» Maintenant on a

$$(3)\qquad q = \varphi^{-1}(s) = \frac{1}{\alpha}[\varphi^3(s) - \beta s - \gamma\varphi(s) - \delta\varphi^2(s)].$$

» Ce quaternion-ci satisfait à l'équation (2), quelles que soient les quantités $\lambda_1$ et $\mu_1$; si on les détermine de manière qu'on ait

$$(4)\qquad q^2 = \lambda_1 q + \mu_1,$$

l'équation (2) pourra alors être écrite sous la forme (1), donc celle-ci sera remplie. En mettant dans (4) pour $q$ l'expression (3), on aura de suite deux équations algébriques qui détermineront $\lambda_1$ et $\mu_1$; à chaque paire de valeurs de $\lambda_1$, $\mu_1$ correspondra, par la formule (3), une racine $q$ de l'équation proposée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Application de la loi de Faraday à l'étude de la conductibilité des dissolutions salines* [1]. Note de M. É. **Bouty**, présentée par M. Jamin.

« La loi que j'ai énoncée relativement à la conductibilité électrique des dissolutions salines peut être étendue aux sels à plusieurs équivalents d'acide, aux sels doubles, aux sels des acides polybasiques, etc. Il suffit de savoir de quelle manière le sel s'électrolyse et quelle est la quantité de sel équivalente à KCl pour l'application de la loi de Faraday.

» I. Par exemple, on sait que, quand un équivalent de chlorure de potassium est électrolysé dans un voltamètre, des quantités de chlorure de platine, de chlorure d'or, de sulfate de peroxyde de fer respectivement égales à $\frac{1}{2}(PtCl^2)$, $\frac{1}{3}(Au^2Cl^3)$, $\frac{1}{3}(Fe^2O^3, 3SO^3)$ se trouveront électrolysées dans d'autres voltamètres appartenant au même circuit. Ces poids de sels, équivalents au point de vue de l'application de la loi de Faraday, le sont aussi par leur conductibilité électrique. Dans les Tableaux qui suivent, la résistance des différents sels dissous est comparée à celle des dissolutions de chlorure de potassium de même concentration.

| Nature du sel. | Concentration. | | | Limite théorique. |
|---|---|---|---|---|
| | $\frac{1}{200}$. | $\frac{1}{1000}$. | $\frac{1}{4000}$. | |
| KCl | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| $\frac{1}{2}(PtCl^2 + 5HO)$ | 1,312 | 1,383 | 1,299 | 1,446 |
| $\frac{1}{3}(Au^2Cl^3)$ | 1,645 | 1,461 | » | 1,358 |
| $\frac{1}{3}(Fe^2O^3, 3SO^3)$ | 1,691 | 1,293 | 1,039 | 0,895 |

II. Certains sels doubles ne paraissent pas exister en dissolution étendue et se comportent comme de simples mélanges : tels sont les sulfates doubles de cobalt et d'ammoniaque, de nickel et d'ammoniaque. Les quantités équivalentes à KCl par leur résistance sont :

$$\tfrac{1}{2}(CoO, SO^3 + AzH^4O, SO^3 + 6HO); \quad \tfrac{1}{2}(NiO, SO^3 + AzH^4O, SO^3 + 6HO)$$

| Nature du sel. | Concentration. | | | Limite théorique. |
|---|---|---|---|---|
| | $\frac{1}{200}$. | $\frac{1}{1000}$. | $\frac{1}{4000}$. | |
| $AzH^4O, SO^3$ | 1,057 | 1,009 | » | 0,886 |
| $CoO, SO^3 + 7HO$ | 3,752 | 2,945 | 2,447 | 1,886 |
| $NiO, SO^3 + 7HO$ | 3,601 | 2,924 | 2,492 | 1,886 |
| $\frac{1}{2}(CoO, SO^3 + AzH^4O, SO^3 + 6HO)$ | 1,958 | 1,716 | 1,599 | 1,326 |
| $\frac{1}{2}(NiO, SO^3 + AzH^4O, SO^3 + 6HO)$ | 2,011 | 1,740 | 1,591 | 1,326 |

[1] *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 140, 362 et 797.

» De même, le bisulfate de potasse, le bisulfate d'ammoniaque se comportent comme des mélanges à équivalents égaux d'acide sulfurique et de sulfates neutres de potasse ou d'ammoniaque; le bichromate de chlorure de potassium équivaut à deux équivalents d'acide chromique libre et à un équivalent de chlorure de potassium.

» III. Au contraire, d'autres sels doubles conservent leur individualité dans les dissolutions les plus étendues. Tels sont le bichromate de potasse, le sulfocyanure de potassium, le platinocyanure de magnésium qui se décomposent d'après les formules

$$K|(2CrO^3 + O), \quad K|(CyS^2), \quad Mg|PtCy^2,$$

et correspondent, pour la loi de Faraday, à 1 équivalent d'un sel neutre. Le ferrocyanure et le ferricyanure de potassium s'électrolysent en donnant

$$K^2|(FeCy^3), \quad K^3|(Fe^2Cy^6),$$

et correspondent respectivement à 2 et à 3 équivalents d'un sel neutre. Il en est de même pour leur conductibilité.

| Nature du sel. | Concentration. $\frac{1}{200}$. | $\frac{1}{1000}$. | $\frac{1}{4000}$. | Limite théorique. |
|---|---|---|---|---|
| $KO, 2CrO^3$ | 2,106 | 2,146 | » | 1,978 |
| KS, CyS | 1,359 | 1,428 | » | 1,302 |
| PtCy + MgCy + 7HO | 4,120 | 3,768 | 3,510 | 3,040 |
| $\frac{1}{2}(K^2FeCy^3 + 3HO)$ | 1,391 | 1,376 | » | 1,416 |
| $\frac{1}{3}(K^3Fe^2Cy^6)$ | 1,556 | 1,455 | 1,385 | 1,472 |

» L'électrolyse anomale est d'ailleurs beaucoup plus fréquente pour les sels doubles que pour les sels neutres ordinaires. Par exemple, le sulfovinate de baryte, le cyanure double de potassium et d'argent, le chloroplatinate de soude, qui s'électrolysent en donnant

$$K|(C^4H^5O, S^2O^6 + O), \quad K|(AgCy^2), \quad Na|(PtCl^3),$$

ne représentent qu'un équivalent d'un sel neutre; mais la liqueur s'appauvrit très inégalement aux deux pôles, et la résistance limite diffère très notablement de la résistance normale.

| Nature du sel. | Concentration. $\frac{1}{200}$. | $\frac{1}{1000}$. | Limites réelle (environ). | théorique. |
|---|---|---|---|---|
| $PtCl^2 + NaCl + 6HO$ | 3,141 | 3,132 | 3,12 | 3,798 |
| KCy + AgCy | 3,183 | 3,221 | 3,20 | 2,671 |
| $BaO, C^4H^5O, S^2O^6 + HO$ | 4,444 | 4,279 | 4,10 | 2,725 |

» IV. Les phosphates offrent des particularités intéressantes. On sait qu'ils s'électrolysent, comme l'indique le Tableau ci-joint :

| | | |
|---|---|---|
| Sels de l'acide tribasique. | $3MO,PhO^5$ | $M \mid (\frac{1}{3}PhO^5 + O)$ |
| | $2MO,HO,PhO^5$ | $M \mid (\frac{1}{2}PhO^5HO + O)$ |
| | $MO,2HO,PhO^5$ | $M \mid (PhO^5, 2HO + O)$ |
| Pyrophosphates neutres. | $2MO,PhO^5$ | $M \mid (\frac{1}{2}PhO^5 + O)$ |
| Métaphosphates | $MO,PhO^5$ | $M \mid (PhO^5 + O)$ |

ou en d'autres termes que les quantités de sel équivalentes pour la loi de Faraday sont celles qui contiennent 1 équivalent de métal. L'électrolyse des phosphates acides est d'ailleurs anormale, c'est-à-dire que l'appauvrissement n'est pas le même aux deux pôles.

» J'ai pu expérimenter sur une très belle collection de phosphates purs qui m'ont été gracieusement offerts par M. Joly. Les résultats qu'ils ont donnés sont consignés dans le Tableau suivant :

| Nature du sel. | Concentration. | | | Limites | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $\frac{1}{200}$. | $\frac{1}{1000}$. | $\frac{1}{4000}$. | théorique. | réelle (environ). |
| *Sels de* $PhO^5,3HO$. | | | | | |
| $\frac{1}{3}(3NaO, PhO^5 + 24HO)$ | 2,157 | 1,826 | 1,899 | 1,700 | 1,700 |
| $\frac{1}{2}(2NaO,HO,PhO^5 + 24HO)$ | 3,922 | 3,762 | 3,680 | 2,408 | $2,408.\frac{3}{2}$ |
| $\frac{1}{2}(2AzH^4O,HO,PhO^5)$ | 1,360 | 1,329 | » | 0,886 | $0,886.\frac{3}{2}$ |
| $NaO,2HO,PhO^5 + HO$ | 3,665 | 3,599 | 3,468 | 1,713 | 1,713.2 |
| $KO,2HO,PhO^5$ | 2,668 | 2,716 | 2,567 | 1,825 | $1,825.\frac{3}{2}$ |
| $AzH^4O,2HO,PhO^5$ | 2,392 | 2,325 | » | 1,544 | $1,544.\frac{3}{2}$ |
| *Sels de* $PhO^5,2HO$. | | | | | |
| $\frac{1}{2}(2NaO,PhO^5 + 10HO)$ | 2,770 | 2,321 | 2,071 | 1,497 | » |
| *Sels de* $PhO^5,HO$. | | | | | |
| $NaO,PhO^5$ | 3,314 | 2,458 | 1,962 | 1,369 | » |

» Le phosphate de soude tribasique équivaut nettement pour sa résistance à 3 équivalents d'un sel neutre. Le pyrophosphate neutre et le métaphosphate paraissent aussi, *à la limite*, représenter respectivement 2 équivalents et 1 équivalent d'un sel neutre : ces divers sels rentrent donc dans la loi générale. Mais il n'en est pas de même des sels acides : par leur mode d'électrolyse, comme par leur résistance, ils se rapprochent plutôt des sels doubles, chez lesquels l'électrolyse anormale est si fréquente. On remarquera que, à l'exception du phosphate acide de soude, la résistance

limite de ces divers phosphates est à peu près exactement les $\frac{3}{2}$ de la résistance normale [1]. »

ÉLASTICITÉ. — *Sur la vérification des lois des vibrations transversales des verges élastiques*. Deuxième Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Cornu.

» Dans une première Note, publiée aux *Comptes rendus* (t. XCVIII, p. 803), j'ai indiqué des vérifications précises de la formule indiquée par la théorie

$$(1) \qquad n = k\frac{e}{l^2},$$

$n$ étant le nombre de vibrations doubles d'une lame élastique à extrémités libres rendant le son fondamental, $e$ étant son épaisseur et $l$ sa longueur.

IV. *Détermination du coefficient k.* — Pour arriver maintenant à la détermination du coefficient $k$ qui entre dans la formule générale, on déduit de (1)

$$k = \frac{nl^2}{e}.$$

En faisant concourir à la détermination de $k$ toutes les expériences précédemment indiquées, où $n$, $l$, $e$ ont des valeurs différentes, on obtient comme valeur moyenne, avec une erreur relative moyenne de 0,016, le nombre

$$(2) \qquad 5329503.$$

» Il importe de comparer cette valeur *expérimentale* avec la valeur qui peut être déduite de la théorie mathématique de l'élasticité.

» Cette valeur s'exprime, on le sait (voir Poisson, *Mécanique*, t. II), par la formule

$$k = \frac{\lambda^2 a}{4\pi\sqrt{3}},$$

dans laquelle $a$ représente la vitesse du son dans la matière de la plaque : dans l'acier on peut admettre, à la température de 15°, $a = 340^{\text{m}} \times 15,1$, c'est-à-dire $5134^{\text{m}}$ par seconde.

» Quant à $\lambda$, c'est la plus petite racine de l'équation transcendante

$$(e^{\lambda} + e^{-\lambda})\cos\lambda - 2 = 0,$$

c'est-à-dire ($\lambda = 0$ étant inacceptable) $\lambda = 4,745$.

---

[1] Ce travail a été exécuté au Laboratoire de recherches physiques de la Faculté des Sciences.

» En effectuant les calculs, on trouve

$$(3) \qquad k = 5310866.$$

» La comparaison entre les valeurs (2) et (3) fait ressortir entre elles une différence égale à 18637 : le rapport de cette différence à la moyenne des deux nombres, 5320134, est égal à 0,0035, qui représente véritablement l'erreur que l'on peut commettre en prenant l'une des valeurs de $k$ pour l'autre.

» On peut donc adopter pour $k$ la valeur moyenne 5320134 pour l'acier.

» D'autre part, j'ai reconnu qu'en prenant des lames de dimensions identiques d'acier et de tôle de fer on obtenait les mêmes résultats, à moins de 0,01 près, ce qui conduit à prendre le même coefficient pour le fer et l'acier, et à adopter la formule *pratique* définitive

$$(4) \qquad n = 5320134 \frac{e}{l^2}.$$

» Il importait de vérifier cette formule en prenant des lames de fer et d'acier de provenance quelconque et de dimensions variées, et de comparer entre elles les valeurs de $n$ *calculées* d'après la formule (4) et *observées* directement. Mais il est évident *a priori* qu'il ne faut pas s'attendre dans cette comparaison à des résultats très concordants, à cause de la diversité de la matière même des fers et des aciers que l'on emploie dans les appareils où l'on se sert de lames élastiques, diapasons, harmonicas, téléphones, etc.

» Voici les résultats obtenus avec 4 lames différentes comme dimensions et provenance.

| Lames. | Nature du métal. | Longueur. | Largeur. | Épaisseur. | Nombre de vibrations calculé. | Nombre de vibrations observé. | Différences. | Erreur relative. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | mm | mm | mm | | | | |
| 1... | Fer | 315 | 51,2 | 1,32 | 70,78 | 69,93 | −0,85 | −0,01 |
| 2... | Acier | 149 | 20,0 | 1,50 | 359,45 | 368,25 | +8,80 | +0,02 |
| 3... | Fer | 299 | 80,0 | 4,13 | 245,77 | 240,20 | −5,57 | −0,02 |
| 4... | Acier | 153,5 | 32,0 | 1,75 | 395,13 | 391,20 | −3,93 | −0,01 |

» Ces erreurs relatives de 0,01 à 0,02 n'ont aucune importance au point de vue que je me proposais, savoir la construction de lames dont le nombre de vibrations est déterminé d'avance, et dont on veut se donner à volonté l'une des dimensions $e$ ou $l$; car il suffit de limer très légèrement la longueur

pour achever d'arriver par la méthode de comparaison optique, par exemple, avec un étalon, au nombre de vibrations exact que l'on désire.

» Mais il me semble de plus qu'il en résulte, eu égard à la complexité théorique du coefficient $k$ et de la difficulté d'en déterminer expérimentalement avec précision les éléments (densité, coefficient d'élasticité, ou vitesse du son), une vérification satisfaisante de la théorie mathématique des lames élastiques vibrantes. »

PHYSIQUE. — *Nouveaux essais de liquéfaction de l'hydrogène. Solidification et pression critique de l'azote;* par M. **K. Olszewski.**

« Dans la Note qui résumait mes tentatives pour liquéfier l'hydrogène [1], j'ai démontré que l'évaporation de l'oxygène, même dans le vide, ne donne pas une température assez basse pour atteindre ce résultat, et que la détente de l'hydrogène est seule capable de donner de petites gouttes de ce gaz. Il me paraissait si intéressant de connaître la température à laquelle on peut parvenir au moyen de ce procédé, que j'ai entrepris quelques mesures dans ce but. Je l'ai fait au moyen d'un thermomètre à hydrogène, dont le cylindre était suffisamment petit pour être totalement plongé dans la quantité d'oxygène que j'ai soumise à l'évaporation, et dont le tube était extrêmement capillaire. L'emploi de l'hydrogène comme matière thermométrique, pour mesurer des températures aussi basses que celles que j'ai obtenues, est l'unique méthode, aussi bien rationnelle que pratique, qui puisse être appliquée à des mesures de cette espèce.

» En effet, si l'on se rappelle que le coefficient de dilatation de l'acide carbonique à 0° (température inférieure à la température critique de l'acide carbonique) est, d'après les mesures de Regnault, 0,00368, c'est-à-dire qu'il ne diffère que très peu de celui de l'hydrogène à la température ordinaire, on admettra que le coefficient de l'hydrogène aux températures que j'ai mesurées (cependant toutes supérieures à la température critique de l'hydrogène), n'en diffère que d'une quantité plus petite encore. Mes mesures ont montré que l'oxygène bout sous la pression d'une atmosphère à $-181°$C., et qu'en le faisant évaporer sous une pression de $6^{mm}$ de mercure, on peut abaisser la température jusqu'à $-198°$C.

» Enfin, pour m'assurer si les petites dimensions du thermomètre n'auraient pas introduit une erreur considérable dans la mesure de la tempéra-

---

(1) Séance du 11 février 1884, p. 365 de ce Volume.

ture, j'ai employé le même thermomètre à déterminer la température d'ébulliton de l'éthylène dans des conditions absolument analogues, sous la pression d'une atmosphère ou dans le vide : j'ai trouvé $-102^\circ,7$ C. et $-142^\circ,3$ C. comme avec un thermomètre de beaucoup plus grandes dimensions.

» Ayant trouvé que la température $-198^\circ$ C. est encore supérieure à la température critique de l'hydrogène, et que la méthode de refroidissement au moyen de l'oxygène s'évaporant dans le vide est insuffisante pour liquéfier l'hydrogène (jusqu'à l'état statique), j'ai eu recours à l'azote, qui est cependant assez difficile à liquéfier par l'éthylène. Ce n'est qu'en soumettant l'azote à la pression de $60^{atm}$, et en le refroidissant dans un tube de verre jusqu'à $-142^\circ$C., pendant un temps assez long, à l'aide de l'éthylène s'évaporant dans le vide, que j'ai pu réussir à liquéfier l'azote, sans en voir encore le ménisque. La pression étant diminuée jusqu'à $35^{atm}$, l'azote commençait à bouillir avec une telle rapidité, qu'il semblait blanc et opaque dans les parties supérieures du tube. Si j'arrêtais la pression à ce point, l'azote cessait de bouillir, s'éclaircissait totalement et laissait voir un ménisque très prononcé. L'azote liquide ($3^{cc}$ à $4^{cc}$) conservait cet état assez longtemps, s'évaporait peu à peu et produisait une augmentation de pression dans l'appareil. En attendant, son ménisque devenait de moins en moins distinct; il finissait par disparaître totalement lorsque le manomètre indiquait $39^{atm},2$ de pression. La pression de $39^{atm},2$ est donc la pression critique de l'azote.

» Quand l'azote liquide était réduit à la pression d'une atmosphère, il s'évaporait d'abord avec rapidité; ensuite, quand il en restait bien moins que la moitié, l'évaporation se ralentissait, mais le liquide lui-même restait complètement transparent, et ne donnait aucune trace de ces cristaux que M. Wroblewski croit avoir obtenu dans des conditions semblables (pendant la détente de l'azote). La congélation de l'azote n'avait pas lieu non plus lorsque je faisais le vide (quelques millimètres de mercure) dans l'appareil. Il en a été tout autrement quand je faisais éprouver une détente rapide à l'hydrogène contenu dans un tube de verre, d'environ $4^{mm},5$ de diamètre extérieur et $2^{mm},5$ de diamètre intérieur, plongé dans l'azote liquide.

» Quand l'azote s'évaporait dans le vide et que la pression de l'hydrogène tombait de $160^{atm}$ à $40^{atm}$, je voyais l'hydrogène se condenser en un liquide incolore et transparent, projeté dans le tube et coulant sur ses parois. Un moment après, la surface extérieure de ce tube se couvrait d'une couche blanche et opaque dans la partie entourée par l'azote gazeux, et d'une masse de glace demi-transparente dans la partie qui trempait dans

l'azote liquide. Cette masse de glace et cette couche blanche étaient évidemment dues à l'azote [1] qui s'était solidifié sur les parois du tube, prodigieusement refroidies par l'ébullition de l'hydrogène liquide contenu dans le tube.

» La quantité insuffisante de l'azote liquide ne m'a pas permis, jusqu'à présent, d'observer l'hydrogène liquéfié autrement que pendant la détente; l'expérience ne pouvait durer assez longtemps pour qu'il fût possible d'obtenir une pression correspondante et observer le ménisque de l'hydrogène liquide. Toutefois j'ai pu acquérir la conviction que l'azote bouillant dans le vide, et en quantité plus considérable, donnera seul le moyen de liquéfier l'hydrogène jusqu'à l'état statique et de reconnaître les propriétés de ce corps. Ce but, je le poursuis toujours, et j'espère que bientôt je pourrai soumettre à l'Académie des résultats plus positifs de mes efforts. »

CHIMIE. — *Sur la durée de la transformation du soufre octaédrique surchauffé en soufre prismatique.* Note de **M. D. Gernez**, présentée par M. Debray.

« Dans une Communication précédente [2], j'ai montré que le soufre octaédrique chauffé entre une température d'environ 98° et son point de fusion peut être maintenu dans un état d'équilibre instable qui cesse au contact d'une parcelle de soufre prismatique. Je me propose de faire connaître les circonstances principales de cette transformation.

» 1° La température limite inférieure à laquelle elle est possible est peu différente pour les diverses variétés de soufre octaédrique : cependant, elle n'est pas rigoureusement la même chez toutes. Pour aucune d'elles, il n'y a de transformation à 97°,2, mais on l'observe nettement à 97°,6 chez les octaèdres provenant de soufre fondu à basse température (127°) et produite à une température inférieure à celle de la transformation (88°). La température à laquelle se manifeste le changement est donc supérieure à 97°,2, mais un peu inférieure à 97°,6. Les cristaux produits à 108° et provenant de soufre fondu soit à 129°, soit aux températures beaucoup plus élevées, ne se transforment pas à 97°,8, mais ils éprouvent sûrement la transformation à 98°,4. Il n'y a donc qu'environ 0,8 entre les températures

(1) L'azote dont je me servais dans ces expériences était obtenu au moyen de l'air, que je faisais passer sur du cuivre chauffé au rouge vif. Il ne contenait ni eau ni acide carbonique, mais il n'était pas dépourvu, peut-être, de traces d'oxygène.

(2) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 810.

limites inférieures du phénomène pour les diverses variétés de soufre, et l'on peut dire que toutes se dévitrifient à coup sûr à partir de 98, 4.

» 2° Cette transformation, dès qu'elle est amorcée, continue avec une régularité parfaite dans le soufre octaédrique, mais à la condition expresse que tous les points de la masse se soient trouvés antérieurement ensemble dans le même état physique et à la même température. La durée de la transformation pour une même longueur de $0^m,010$, par exemple, peut donc être considérée comme une constante dans les conditions où l'on opère.

» 3° Toutes choses égales d'ailleurs, la durée de la transformation est d'autant plus courte qu'on l'observe à une température plus élevée. Pour donner une idée de ses variations, je vais transcrire les résultats d'observations faites sur des octaèdres provenant de soufre fondu pour la première fois à 129°, 5 et obtenus par semis dans un bain de surfusion à 100°, 9.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Températures de la transformation..... | 100°,9 | 105°,6 | 106°,5 | 107°,8 | 108°,9 | 110° | 111°,2 |
| Durées pour $10^{mm}$.................. | $10^m 40^s$ | $2^m 46^s$ | $1^m 31^s$ | $54^s,5$ | $30^s$ | $25^s$ | $17^s,6$ |

» La durée de la transformation, qui est très grande dans le voisinage de sa température limite inférieure, devient rapidement très courte à mesure que l'on se rapproche du point de fusion du soufre.

» 4° La valeur absolue de cette durée dépend aussi de la température à laquelle on a produit les octaèdres. Sans entrer dans les détails, qu'on trouvera ailleurs, je me contenterai d'indiquer les résultats obtenus avec deux tubes dans lesquels le soufre qui n'avait pas encore éprouvé de fusion a été chauffé cinq minutes à 129°, 5; l'un d'eux a été mis dans un bain de surfusion où l'on a produit des octaètres par semis à 89°, 8, tandis qu'on faisait naître dans l'autre des octaèdres à 108°. Les deux tubes étant ensuite mis simultanément dans un bain à 100°,4, on a trouvé pour durée de la transformation, sur une longueur de $10^{mm}$, $10^m 25^s$ pour les octaèdres faits à 89°, 8 et $35^m 11^s$ pour ceux qu'on avait produits à 108°. Du reste, les différences que l'on constate diminuent notablement à mesure que l'on compare les octaèdres produits à des températures plus rapprochées du point de fusion.

» 5° Il est une circonstance qui influe sur la durée de la transformation, mais à un degré beaucoup moindre : c'est la température à laquelle on a fondu le soufre avant de le transformer en octaèdres. Je citerai, par exemple, les expériences suivantes : On a pris deux tubes contenant du soufre qui

n'avait pas encore été fondu et on a chauffé pendant cinq minutes l'un à 127°, l'autre à 187°, 5; on les a ensuite immergés dans le même bain de surfusion à 87°, 2 et l'on a semé des octaèdres dans les deux tubes. Quand tout le soufre a été octaédrique, on a mesuré la durée de la dévitrification pour $10^{mm}$ et l'on a trouvé à 100° les nombres $23^m 52^s$ pour les cristaux du tube chauffé antérieurement à 129°, 5 et $29^m 36^s$ pour ceux du tube qui avait été chauffé à 187°, 5. En variant les conditions de l'expérience, on trouve que l'influence de la température à laquelle le soufre a été porté antérieurement est d'autant plus prononcée que les octaèdres ont été portés à une température plus élevée.

» 6° Lorsqu'on provoque la formation d'octaèdres dans un tube contenant du soufre surfondu, j'ai montré antérieurement que la durée d'accroissement des cristaux devient constante si l'on a répété plusieurs fois cette série d'opérations. On reconnaît que la durée de transformation de ces cristaux octaédriques est aussi sensiblement constante si les diverses opérations successives sont effectuées sans longue interruption, bien que, chaque fois, la masse octaédrique ait été transformée en éléments prismatiques. Mais si, au lieu de produire des octaèdres après chaque fusion et d'en déterminer la transformation, on fait naître une fois des prismes dans la masse surfondue, et si, après fusion des prismes, on produit de nouveaux octaèdres, on trouve que, de même que la durée de leur cristallisation est plus lente, de même aussi la transformation est ralentie subitement, et ces deux durées reprennent une valeur constante si l'on continue dans les mêmes conditions la production et la transformation des octaèdres.

» En résumé, cette étude des circonstances de la transformation des octaèdres en prismes, sous l'influence d'un cristal prismatique, montre bien que, sous la forme octaédrique, les cristaux de soufre produits dans les circonstances diverses que j'ai signalées ne sont pas physiquement identiques, et il n'est pas douteux que l'étude des diverses propriétés de ces cristaux ne mette autrement en évidence les changements que j'ai constatés par la mesure de la vitesse de leur transformation en éléments prismatiques. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'acide phosphorique dans les terres arables et dans les roches*. Note de M. AD. CARNOT, présentée par M. Daubrée.

« Le dosage de l'acide phosphorique dans les terres arables a déjà fait l'objet de deux Notes présentées à l'Académie par M. de Gasparin [1].

---

[1] *Comptes rendus*, 29 janvier 1883 et 28 janvier 1884.

De nouvelles observations ont été faites sur le même sujet par M. Lechartier dans la dernière séance de l'Académie : je demande à mon tour la permission de faire connaître une méthode de dosage différente, qui m'a donné de fort bons résultats et qui a pris place, depuis quelques mois déjà, dans l'enseignement de l'École des Mines.

» L'opération se divise en deux temps, comme dans la méthode de M. de Gasparin : concentration de l'acide phosphorique dans un précipité très petit relativement au poids de matières employées, puis dosage de l'acide phosphorique contenu dans ce précipité. Mais, tandis que, dans la première méthode, l'agent de concentration est l'oxyde de fer précipité par l'ammoniaque, je me suis, au contraire, servi de l'alumine à l'exclusion du fer, afin d'éviter les difficultés que signale M. Lechartier et que j'avais moi-même observées dans plusieurs expériences, faites suivant les indications de M. de Gasparin. En effet, ces difficultés tiennent à ce que l'oxyde de fer, calciné fortement, de manière à résister à l'action de l'acide azotique très dilué et froid, ne lui cède pas la totalité de l'acide phosphorique qu'il a entraîné. Voici la méthode que je crois pouvoir recommander.

» On traite $20^{gr}$, $25^{gr}$, parfois même jusqu'à $50^{gr}$ de terre, appartenant au sol ou au sous-sol, d'abord par l'acide chlorhydrique étendu, jusqu'à cessation de l'effervescence, puis par l'eau régale à l'ébullition. On étend et l'on filtre la dissolution obtenue. Elle est ordinairement colorée en jaune par le perchlorure de fer et contient souvent de l'alumine en quantité suffisante pour la suite de l'opération; cependant, pour donner une règle applicable à tous les cas, je conseille d'ajouter $0^{gr},2$ ou $0^{gr},3$ d'alumine sous forme de chlorhydrate.

» On sature en majeure partie les acides par l'ammoniaque, puis on verse du carbonate de soude, jusqu'à ce qu'il se produise un léger changement de teinte dans la liqueur froide, qui doit d'ailleurs rester parfaitement limpide. On ajoute alors une solution étendue d'hyposulfite de soude, qu'on mélange rapidement par agitation, et l'on voit la liqueur se colorer en violet, puis devenir complètement incolore. A ce moment on y verse encore une dissolution composée d'un mélange d'hyposulfite et d'acétate de soude (environ $5^{gr}$ de chaque sel) et l'on chauffe à l'ébullition, qu'on entretient pendant un quart d'heure; on filtre et on lave à l'eau bouillante le précipité d'alumine et de soufre, de manière à le débarrasser entièrement des sels de fer.

» M. Chancel a depuis longtemps appelé l'attention sur la possibilité de séparer l'alumine de l'oxyde de fer par l'hyposulfite de soude [2]. J'ai reconnu que l'on pouvait obtenir le même résultat en présence de phosphates, en se plaçant dans les conditions que je viens d'indiquer. L'alumine se précipite alors exempte de fer et elle entraîne la totalité de l'acide phosphorique; elle se trouve d'ailleurs sous une forme beaucoup moins gélatineuse que lorsqu'elle a été précipitée par l'ammoniaque, et elle peut être lavée rapidement à l'eau chaude.

---

[1] *Comptes rendus*, 31 mars 1884.

[2] *Ibid.*, 24 mai 1858.

» Le précipité est séché, puis calciné dans une petite capsule de porcelaine, que l'on a soin de couvrir au début, afin d'empêcher le plus possible la formation d'acide sulfurique pendant la combustion du soufre. Comme l'a fait observer M. de Gasparin, l'acide phosphorique se trouve certainement à l'état tribasique dans le produit calciné.

» On redissout dans quelques centimètres cubes d'acide nitrique et l'on chauffe de manière à évaporer la majeure partie de cet acide; on étend d'eau, on filtre et l'on reçoit dans une autre capsule de porcelaine le liquide qui doit occuper un volume de $30^{cc}$ environ.

» On y verse la dissolution de nitromolybdate d'ammoniaque, préparée à l'avance suivant les règles connues, et on laisse, à température très modérée, pendant vingt-quatre heures. On décante, on lave avec le même réactif et on constate si le liquide, gardé pendant un second jour, ne laisse aucun dépôt.

» Si le précipité jaune de phosphomolybdate d'ammoniaque est très faible, il peut être reçu directement sur un filtre taré, lavé à l'alcool, séché, pesé et considéré comme tenant 3,6 pour 100 d'acide phosphorique. Mais on doit avoir soin de placer une autre capsule à côté de la première, avec du nitromolybdate et de l'acide nitrique au même degré de dilution, afin de vérifier qu'il ne s'y produit aucun dépôt dans le même temps.

» Si le précipité jaune est, au contraire, assez important, il convient de le redissoudre dans un peu d'eau ammoniacale, de précipiter par la mixture magnésienne et de doser à l'état de pyrophosphate de magnésie, contenant 64 pour 100 d'acide phosphorique.

» On peut aussi faire très commodément le dosage à l'état de phosphate de bismuth, en appliquant de la façon suivante la méthode connue de M. Chancel [1].

» Le précipité de phosphate basique d'alumine calciné est redissous dans l'acide azotique; on étend de 7 ou 8 volumes d'eau, on ajoute un peu d'azotate de baryte, afin d'éliminer le peu d'acide sulfurique qui a pu se former pendant la calcination, on chauffe, on filtre, puis on ajoute une dissolution acide de nitrate de bismuth ($7^{gr}$ de nitrate cristallisé, $10^{cc}$ d'acide nitrique à 1,36 de densité et $90^{cc}$ d'eau) et on maintient vers 100° pendant une demi-heure. Le précipité, reçu sur un petit filtre, lavé à l'eau bouillante, puis séparé du filtre et calciné, répond à la formule $PhO^5Bi^2O^3$ et renferme 23,4 pour 100 d'acide phosphorique.

» C'est grâce à l'élimination préalable du fer par l'hyposulfite de soude et à la concentration de l'acide phosphorique dans une petite quantité d'alumine que le dosage de cet acide devient facile et exact, soit par le nitromolybdate d'ammoniaque, soit par le nitrate de bismuth.

» J'ai utilisé cette méthode pour l'examen d'un certain nombre de terres végétales. Je me propose de l'appliquer à toute une série de roches appartenant aux diverses formations géologiques, afin de déterminer dans quelles proportions le sous-sol formé par ces roches peut fournir au sol arable un élément de fertilité aussi important que l'acide phosphorique. »

---

[1] *Comptes rendus*, 1860, t. L et LI.

MINÉRALOGIE. — *Sur la production artificielle de la fayalite.* Note de **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« Lorqu'on chauffe au rouge-cerise, dans un creuset de platine traversé par un courant d'hydrogène pur chargé de vapeur d'eau, un mélange de protochlorure de fer préalablement fondu [1] ($20^{gr}$) et de silice ou de sable finement pulvérisé ($1^{gr}$), on obtient, après un quart d'heure de fusion et un refroidissement lent, un culot renfermant, avec l'excès de chlorure, un silicate de fer bien cristallisé associé à de l'oxychlorure de fer, de l'oxyde magnétique et de la silice non transformée.

» Dans ces conditions, la vapeur d'eau décompose une partie du chlorure, avec dégagement d'acide chlorhydrique et production de protoxyde; celui-ci se dissout dans le sel fondu et sature rapidement la silice, que l'on doit agiter à l'aide d'un fil de platine qui traverse le couvercle du creuset.

» Pour isoler les cristaux de silicate, on traite le culot, préalablement concassé, par l'eau bouillante, en évitant le contact de l'air; on jette ensuite la partie insoluble, après complète désagrégation, dans l'eau froide aiguisée de 5 pour 100 d'acide chlorhydrique qui dissout tout l'oxychlorure; enfin, au moyen d'un barreau aimanté, on sépare l'oxyde magnétique, ordinairement en petite quantité.

» Le résidu de ce traitement se présente, après sa dessiccation à l'air sous forme de cristaux anhydres, bruns et brillants qui atteignent souvent $0^{mm},5$ à $1^{mm}$ d'épaisseur.

» La solubilité de ce silicate dans les acides faibles bouillants, qui n'agissent pas sur la silice et le sesquioxyde qu'il peut contenir, a permis d'en effectuer aisément l'analyse et d'obtenir les résultats suivants :

| | Analyse. | | Théorie ($SiO^2$, $2FeO$). | |
|---|---|---|---|---|
| $SiO^2$ ............ | 28,8 | 100 | 29,4 | 100 |
| $FeO$ ............ | 71,2 | | 70,6 | |

---

[1] Le chlorure employé dans ces expériences doit être sec et exempt autant que possible de suroxydes; à cet effet, on sèche d'abord et l'on fond ensuite, au sein d'un courant d'hydrogène humide, le sel cristallisé qui ne doit pas contenir de sulfates. Le produit fondu contient une proportion variable d'oxychlorure cristallisé, décomposable par l'eau ou l'alcool et facilement soluble dans les acides énergiques étendus de $20^{vol}$ d'eau froide.

» Le produit obtenu est donc un silicate neutre de même composition que l'espèce minérale connue sous le nom de *fayalite;* il présente avec elle, sous d'autres rapports, la plus grande ressemblance. La couleur brune de ses cristaux, leur éclat, la propriété qu'ils possèdent d'être faiblement attirés par l'aimant, celle de fondre au rouge vif en donnant un résidu noir, fragile et magnétique, leur solubilité facile dans les acides, sont autant de propriétés communes aux deux silicates.

» La forme des cristaux artificiels, ainsi qu'il résulte d'un examen sommaire auquel M. Emile Bertrand a bien voulu se livrer, est celle des péridots, de même que pour la fayalite. Leur bissectrice aiguë présente le caractère négatif, signe caractéristique de la téphroïte ($SiO^2$, $2MnO$). Leur densité, 4,34, est plus forte que celle du produit naturel, 4 à 4,14; leur dureté est au contraire plus faible, 5 à 5,5 au lieu de 6 à 6,5.

» La fayalite artificielle n'est pas sensiblement attaquée par les acides chlorhydrique et nitrique étendus de 20 volumes d'eau, au moins en l'espace d'une demi-heure; elle est au contraire facilement dissoute par ce mélange acide bouillant.

» Chauffée au contact de l'air, elle commence à s'oxyder dès le rouge-cerise; à cette température, la transformation du protoxyde en sesquioxyde n'est pas encore complète après plusieurs heures.

» J'ai vainement essayé de produire un bisilicate de fer dans les conditions où celui de manganèse prend naissance, c'est-à-dire en forçant la proportion de silice ou en diminuant la durée de la fusion; il ne s'est jamais produit que du silicate neutre.

» Le chlorure de fer ne paraît se combiner que difficilement avec le silicate neutre; deux fois seulement j'ai pu obtenir un chlorosilicate cristallisant dans le système cubique ainsi que celui de manganèse. L'oxychlorure qui l'accompagnait ne m'a pas permis de l'analyser.

» Lorsque, au lieu d'employer le chlorure de fer pur, on fait usage d'un mélange de ce sel avec le chlorure de manganèse, on obtient un silicate neutre présentant toujours la forme des péridots, mais dont la composition se rapproche d'autant plus de celle de la knebelite,

$$32SiO^2,\ 34FeO,\ 34MnO,$$

que la proportion du dernier chlorure est plus forte : avec 50 et 66 pour 100 de sel manganeux, les cristaux obtenus renferment $\frac{19}{100}$ ou $\frac{23}{100}$ de protoxyde de fer.

» En remplaçant la silice par de l'argile blanche et opérant rapidement

la fusion de son mélange avec le sel de fer chargé d'oxychlorure, on détermine rapidement la décomposition de l'argile ; la silice donne naissance à du silicate neutre bien cristallisé et la partie de l'alumine qui n'a pas été entraînée par le chlorure volatilisé se combine au protoxyde dissous. Le produit de cette dernière réaction affecte la forme de petits octaèdres incolores, monoréfringents, insolubles dans les acides ou celles de grains amorphes violets qui, par le grillage, prennent la couleur du sesquioxyde de fer.

» Je n'ai pu déterminer dans ces aluminates le rapport exact de l'alumine au protoxyde de fer à cause des suroxydes insolubles dans les acides qui l'accompagnent. Je me suis assuré seulement qu'ils ne renferment pas de silice et que l'alumine y est combinée à moins de $2^{éq}$ de protoxyde. Les cristaux semblent être formés par un spinelle ferreux.

» L'oxyde de fer magnétique accompagne souvent les silicates de fer et de manganèse dans leurs gisements ; j'ai cru devoir rechercher si les conditions dans lesquelles les chlorures donnent naissance à ces silicates étaient favorables à la production de ce suroxyde de fer.

» L'expérience prouve que le protochlorure de fer, fondu au contact de l'air dans un creuset incomplètement fermé, ne produit au rouge sombre que du sesquioxyde cristallisé, à cause sans doute de l'abondance de l'air ; mais, lorsqu'on opère au rouge-cerise, température capable de développer assez de vapeurs de chlorure pour entraver l'arrivée de l'air, il se produit surtout des octaèdres d'oxyde magnétique.

» Or cette température est justement celle qui convient à la production des silicates de fer et de manganèse.

» *Conclusions.* — Le protochlorure de fer, fondu avec la silice, produit donc de la fayalite dans les conditions où le chlorure de manganèse donne naissance à la téphroïte ; il ne paraît pas apte à produire de bisilicate correspondant à la rhodonite et donne difficilement naissance à du chlorosilicate de fer.

» Fondus avec l'argile, les deux chlorures transforment la silice en silicate neutre, et l'alumine en grenat spessartine ou en spinelle ferreux.

» Enfin la magnétite et la hausmannite bien cristallisées peuvent être reproduites dans des conditions analogues, par la fusion de leurs chlorures respectifs au contact de l'air. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Réclamation de priorité, à propos de Communications récentes, sur la vitalité des virus et de la levure de bière.* Lettre de M. **Melsens** à M. le Président.

« Je viens de prendre connaissance des Notes de MM. R. Pictet et Yung et de M. P. Regnard, qui ont été publiées récemment dans les *Comptes rendus* ([1]), sur la vitalité des virus et de la levure de bière.

» Je regrette que ces Messieurs n'aient pas cru devoir citer les expériences que j'avais publiées en 1870, dans les tomes LXX et LXXI des *Comptes rendus :* « 1° Sur la vitalité de la levure de bière (t. LXX, p. 629); 2° Sur la vitalité du virus-vaccin (t. LXXI, p. 73) ».

» Permettez-moi de vous prier de vouloir bien reproduire les conclusions que je formulais, après avoir décrit succinctement mes expériences :

» 1° La fermentation est possible au sein de la glace fondante, température à laquelle les graines ne germent pas;

» 2° La levure résiste à la congélation, au sein de l'eau, et à l'effort de dilatation qui brise des vases capables de supporter plus de $8000^{atm}$ de pression;

» 3° L'énergie du ferment est diminuée, mais la vie n'est pas détruite par les froids les plus intenses que l'on puisse produire (environ 100° au-dessous de zéro);

» 4° La fermentation alcoolique est, au moins, suspendue lorsque la température est maintenue pendant quelque temps à 45° C.;

» 5° La fermentation alcoolique est arrêtée lorsqu'on opère en vase clos, quand l'acide carbonique produit exerce une pression d'environ $25^{atm}$, et, dans ce cas, la levure est *tuée*.

» 21 mars 1870.

» Sans entrer dans les détails des expériences, mes conclusions me paraissent parfaitement suffire pour constater la priorité dans ce genre d'expériences.

» La conclusion que M. P. Regnard tire de ses expériences confirme la mienne, en ce qui regarde l'effet de la pression. Je ferai remarquer, toutefois, que le mode d'opération diffère; j'ai poussé la pression, non pas jusqu'à $1000^{atm}$, mais jusqu'à $8000^{atm}$, c'est-à-dire $80000^{m}$ de pression d'eau.

» S'agit-il de l'action du froid sur la levure, je ne suis pas absolument d'accord avec MM. R. Pictet et E. Yung et je maintiens la conclusion n° 3, citée ci-dessus, bien entendu dans les circonstances dans lesquelles j'ai

---

([1]) Séance du 24 mars, p. 745 et 747 de ce Volume.

fait des expériences assez nombreuses. Comme les détails des expériences sur les essais de fermentation avec la levure refroidie manquent dans la Note de ces Messieurs, j'attendrai le prochain travail qu'ils annoncent.

» En ce qui concerne l'expérience sur le vaccin (car il faut bien remarquer qu'ils n'en donnent qu'une seule), elle me paraît absolument insuffisante; un résultat négatif ne prouve rien, et je maintiens que le virus-vaccin n'est pas détruit, ne perd pas sa virulence, lorsque l'on se place dans les circonstances dans lesquelles mes expériences ont été faites. »

TÉRATOLOGIE. — *Recherches sur l'incubation des œu s de poule dans l'air confiné et sur le rôle de la ventilation dans l'évolution embryonnaire.* Note de M. C. Dareste.

« J'ai fait un grand nombre d'expériences sur l'évolution des embryons de poule dans l'air confiné. Je me suis servi, dans ces expériences, de couveuses d'Arsonval. Dans ces couveuses, dont la capacité est d'environ $12^{lit}$, j'ai placé tantôt huit œufs et tantôt quatorze. Toutes les ouvertures des couveuses étaient bouchées. Les couvercles étaient fixés à l'aide de mastic.

» Dans une série de ces expériences, l'air contenu dans l'appareil ne recevait d'autre humidité que celle qui provenait de l'évaporation des œufs. Dans une autre série d'expériences, l'air était saturé d'humidité à l'aide d'un vase rempli d'eau et enfermé dans la couveuse.

» J'ai maintenu la fermeture des couveuses pendant les vingt et un jours de l'incubation, et je ne les ai ouvertes qu'à l'expiration de ce terme.

» Voici les résultats que j'ai obtenus.

» Dans l'air confiné et non saturé d'humidité, j'ai trouvé plusieurs poulets éclos; j'ai rencontré également des poulets bien conformés, arrivés presque au terme de l'évolution, mais qui étaient morts avant la pénétration du jaune dans la cavité abdominale. Mais, dans le plus grand nombre des œufs, les embryons avaient péri, à une époque quelconque de l'incubation. Si la mort avait été précoce, l'embryon était souvent monstrueux, si elle avait été plus tardive, l'embryon était normal.

» La cause de la mort de l'embryon avant la fin de l'incubation était le développement, dans l'albumine, d'organismes microscopiques. Quelques-uns des œufs étaient en putréfaction complète; j'y ai constaté l'existence des organismes de la putréfaction, vibrions et bactéries. Mais l'organisme que j'ai rencontré le plus souvent était un végétal présentant une organi-

sation tout à fait comparable à celle de la levure de bière. C'étaient des cellules arrondies, tantôt simples et tantôt multipliées par bourgeonnement, dont le protoplasme s'était creusé de vacuoles. Je ne crois pas que ce végétal ait été déjà décrit; sa multiplication dans l'albumine modifie évidemment la nutrition et la respiration de l'embryon, qu'elle fait périr plus ou moins rapidement.

» Ces expériences nous apprennent donc un fait entièrement inattendu. L'altération de l'air par la respiration de l'embryon n'exerce aucune influence directe sur l'évolution de l'embryon; au moins, dans les conditions où je me suis placé, c'est-à-dire lorsque huit ou quatorze œufs sont couvés dans une capacité de $12^{lit}$. Mais cette altération de l'air agit sur l'embryon d'une manière indirecte, en favorisant le développement et la multiplication des organismes parasites dont les germes peuvent être contenus dans les œufs. Ces organismes agissent sur le développement de l'embryon et le font périr plus ou moins rapidement. Dans les œufs sains, qui ne contiennent point de germes étrangers, l'embryon se développe d'une manière normale et atteint le terme de son développement, malgré l'altération de l'air.

» Dans l'air confiné et saturé, les choses se passent un peu différemment. L'albumine de l'œuf se liquéfie et suinte au travers de la coquille, où elle forme des couches solidifiées. Cette liquéfaction de l'albumine paraît être un obstacle à l'éclosion. J'ai vu, en effet, des poulets qui avaient commencé à bécher les coquilles, mais dont le bec avait été collé aux parois de l'ouverture par le suintement de l'albumine.

» Ici, du reste, comme dans la série précédente, les embryons provenant d'œufs sains, atteignaient le terme de l'éclosion. Au contraire, les embryons provenant d'œufs infectés périssaient plus tôt ou plus tard, étouffés par les végétations cryptogamiques. Mais ces végétations étaient d'une tout autre nature : c'était une espèce d'*Aspergillus*, qui se développait en mycéliums dans l'intérieur de l'albumine, puis venait former des fructifications vertes dans la chambre à air, et, ultérieurement, sur les parois mêmes de la coquille.

» Le développement de cette moisissure est évidemment déterminé par l'humidité de l'air; car je l'ai vue également se produire dans des incubations où les œufs se développaient dans un courant d'air saturé d'humidité.

» Ces faits soulèvent un grand nombre de questions, et nécessiteront, par conséquent, un grand nombre d'expériences. Pour le moment, je me con-

tente de signaler le principal résultat de ces nouvelles études : c'est que l'air modifié par la respiration embryonnaire n'exerce aucune influence directe sur l'évolution et sur la vie de l'embryon; il agit seulement d'une manière indirecte en facilitant le développement excessif des organismes parasites. C'est ce qui explique le rôle absolument nécessaire du renouvellement de l'air dans les appareils d'incubation artificielle. Dans l'air, non saturé d'humidité, et constamment renouvelé, les organismes parasites ne se développent point, ou du moins ne se développent que très exceptionnellement. Dans la lutte pour la vie qui s'établit entre l'embryon et ces parasites, l'avantage est en faveur de l'embryon si l'air est renouvelé et suffisamment sec; tandis que dans l'air non renouvelé, ou saturé d'humidité, l'avantage est en faveur des organismes parasites.

» Les mêmes faits se produiraient-ils dans des couveuses de moindre capacité et l'embryon serait-il immédiatement atteint par l'altération de l'air? L'expérience seule pourra répondre à cette question. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les variations de l'excitabilité électrique et de la période d'excitation latente du cerveau.* Note de M. **H.-C. DE VARIGNY** [1], présentée par M. A. Richet.

« Les recherches dont il sera question dans cette Note ont porté sur le chien, et exclusivement sur des chiens anesthésiés par le chloral.

» Quand on injecte à un animal en voie de réveil une petite dose de chloral, afin de le rendormir, les phénomènes que l'on observe du côté de l'excitabilité cérébrale sont de plusieurs sortes. Ou bien l'excitabilité a peu diminué, et alors il suffit d'augmenter un peu l'intensité du courant électrique pour obtenir la même réaction motrice qu'auparavant; ou bien la diminution est plus profonde, et alors il faut augmenter le nombre des excitations par seconde, sans toutefois changer l'intensité du courant (*addition latente*); ou bien la diminution est telle qu'il faut à la fois augmenter l'intensité du courant et le nombre des excitations. Enfin, et le cas n'est pas très rare, le chloral peut supprimer totalement l'excitabilité pendant un certain temps, au bout duquel elle revient peu à peu, et lentement.

» En ce qui concerne la période latente, on observe, en même temps que les phénomènes que nous venons de citer, des variations considé-

---

[1] Travail du laboratoire de M. le professeur Vulpian, à la Faculté de Médecine de Paris.

rables de cette période. Deux ou trois minutes après l'injection du chloral dans le système circulatoire, on peut observer déjà un accroissement de sa durée : par exemple, de $\frac{65}{1000}$ de seconde elle passe à $\frac{70}{1000}$, à $\frac{75}{1000}$; selon la dose de chloral, on observe des variations plus ou moins grandes; nous avons vu des cas où la durée passait de $\frac{63}{1000}$ à $\frac{85}{1000}$ et $\frac{90}{1000}$ de seconde.

» L'accroissement de la durée de la période d'excitation latente se manifeste pendant un temps très variable : dans tel cas nous ne l'avons constaté que pendant quelques minutes; dans tel autre, pendant plus d'une demi-heure. Au bout de ce temps, la durée diminue progressivement, à mesure que l'excitabilité augmente.

» La période d'excitation latente varie donc sous l'influence du chloral.

» Il est encore d'autres agents capables de la faire varier dans des limites non moins étendues. C'est, tout d'abord, l'intensité du courant employé. En effet, avec un courant faible on obtient une période assez longue; avec un courant fort celle-ci diminue très nettement, ainsi du reste que l'avaient remarqué Ch. Richet, Bubnoff et Heidenhain.

» En second lieu, à intensité égale de courant, l'état de fatigue ou de réveil d'excitabilité exerce une influence des plus nettes sur la durée de la période d'excitation latente.

» Sous l'empire de la fatigue, cette durée s'accroît quelquefois beaucoup, au point d'augmenter du tiers de sa valeur initiale, et de plus encore. Inversement, si le cerveau n'a pas été trop fatigué par des excitations répétées, si l'animal en expérience n'a pas trop perdu de sang et ne s'est pas refroidi outre mesure, on observe le réveil de l'excitabilité sous l'influence d'excitations successives. Dans ce cas, la période latente diminue graduellement, de même qu'elle augmente graduellement dans le cas de fatigue cérébrale.

» Par opposition aux phénomènes manifestés dans les cas de fatigue ou de réveil d'excitabilité, on observe des faits indiquant un état uniforme, c'est-à-dire, une période où ne se fait sentir ni fatigue, ni réveil d'excitabilité. Les cas de ce genre ne sont pas fréquents : nous en avons néanmoins observé quelques-uns. Ils sont caractérisés par ce fait que la durée de la période d'excitation latente reste la même, sans augmenter ni diminuer. Enfin, il est des cas où l'on observe, non plus une marche régulière, mais des oscillations considérables de la durée de la période d'excitation latente. Pendant une seconde cette durée diminue, pendant la seconde suivante elle s'accroît, puis elle diminue encore, sans que l'on puisse dire pourquoi.

» De ce qui précède, on peut conclure que l'excitabilité cérébrale, telle qu'elle est traduite par la durée de la période latente, se présente sous quatre formes différentes, qui du reste se rencontrent successivement au cours d'une même expérience :

» 1° Phases d'état, à périodes uniformes;

» 2° Phases de fatigue, à périodes croissantes;

» 3° Phases de réveil d'excitabilité, à périodes décroissantes;

» 4° Phases d'irrégularité, à périodes irrégulières ».

LITHOLOGIE. — *Pseudo-météorite sibérienne*. Note de M. STAN. MEUNIER.

« Lors de son dernier passage à Paris, M. Edmond Cotteau, qui actuellement est en route pour l'Australasie, voulut bien m'avertir qu'il avait rapporté de la Transbaïkalie une pierre qu'on lui avait donnée comme étant d'origine météoritique. Ne connaissant comme roches cosmiques recueillies en Sibérie que les quatre masses découvertes, en 1749 à Krasnojarsk (c'est le fer de Pallas), en 1841 à Petropowlowsk, en 1854 à Werchne-Udinsk, et en 1873 sur l'Angara [1], j'exprimai à l'intrépide voyageur le désir d'étudier son échantillon, et cela d'autant plus que les masses de Petropowlowsk et d'Angara ne sont point jusqu'ici représentées dans la collection des météorites du Muséum.

» M. Cotteau avait donné le fragment dont il s'agit à M. Damblé, ingénieur du chemin de fer à Avallon qui, sur sa demande et avec une obligeance dont je le remercie vivement, voulut bien me le communiquer en m'autorisant même à en prélever ce qui serait nécessaire pour l'étude. L'étiquette portait : *Fragment d'aérolithe de la Transbaïkalie donné à Irkoutsk, par M. Savitski, directeur de la fonderie de l'or, au voyageur E. Cotteau.*

» A première vue, je reconnus que la roche soumise à mon examen n'avait aucun caractère météoritique. J'en coupai un petit morceau dont une surface fut polie, ainsi qu'une lamelle transparente destinée aux recherches microscopiques.

» La densité est égale à 2,6. Dans le tube fermé et dès le rouge, on constate un dégagement notable de vapeur d'eau. La roche est une très belle variété de serpentine verte, et l'on sera certainement frappé de cette origine

---

[1] GOEBEL : *Ueber einem neuen Eisenmeteoriten vom Ufer der Angara*, etc. (*Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. IX, 29 janvier-10 février 1874).

météoritique, faussement attribuée à l'une des espèces lithologiques terrestres les plus analogues aux roches cosmiques.

» Sur la surface polie brillent quelques granules de fer oxydulé, et dans la masse, par demi-transparence, des lamelles diallagiques.

» En lumière naturelle, la lame mince montre une matière à peine jaunâtre, d'apparence sensiblement homogène où sont disséminés de rares grains opaques et noirs de formes variées, parmi lesquelles se remarquent des carrés et des triangles : ce sont des grains parfois cristallisés de magnétite.

» Au grossissement de 300 diamètres, on voit la matière jaunâtre constituer comme des ramifications capricieuses dans une substance tout à fait incolore et il se manifeste, dans certaines régions de la matière colorée, une structure fluidale évidente.

» Dans la lumière polarisée, toute la masse se montre active et l'on reconnaît que les microlithes orientés par la fluidalité et qui, entre les nicols, sont richement colorés, s'éteignent généralement à zéro : ils sont, au moins en grande partie, constitués par du péridot; avec eux coexistent des grains pyroxéniques.

» La structure si remarquable de la serpentine d'Irkoutsk rend particulièrement évidente son origine par voie d'hydratation du péridot; c'est peut-être une raison qui contribuera à faire accepter avec intérêt la description que je viens d'en donner. »

M. **Ath. Boblin** adresse une Note sur une formule générale de $\pi$, et la valeur de $\pi$ en fonction du nombre 2.

M. **D. Tommasi** adresse une Note sur la chaleur de formation des fluorures solubles.

M. **Faye**, en présentant à l'Académie le Tome II de la *Bibliographie générale de l'Astronomie* de M. Houzeau, directeur de l'Observatoire de Bruxelles, et de M. Lancaster, bibliothécaire de cet établissement, signale la haute importance de ce grand Ouvrage. Le Tome II contient les titres et souvent l'analyse des Mémoires; le Tome I contiendra les Ouvrages; le Tome III, les observations. Les auteurs ont représenté graphiquement l'activité productive des deux derniers siècles, depuis 1660 jusqu'en 1880. En prenant pour axe des $x$ les millésimes des années et pour axe des $y$ le nombre de Mémoires publiés chaque année, la courbe est une sorte

d'hyperbole équilatère qui d'abord s'élève très lentement, puis, à partir de 1830, monte avec une rapidité singulière.

Si l'on mesure l'activité astronomique des divers pays au nombre des Mémoires parus d'année en année, la France et les pays de langue anglaise occupent le premier rang. L'Allemagne vient ensuite, à bonne distance, puis l'Italie et ensuite les autres États européens.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 7 avril 1884.

*Guerres maritimes sous la République et l'Empire*; 2 vol. in-12. — *Souvenirs d'un Amiral*; 2 vol. in-12. — *Voyage de la corvette* la Bayonnaise *dans les mers de Chine*; 2 vol. in-12. — *La Station du Levant*; 2 vol. in-12. — *Les campagnes d'Alexandre : Le drame macédonien. L'Asie sans maître. L'héritage de Darius. La conquête de l'Inde et le voyage de Néarque. Le démembrement de l'Empire*; 5 vol. in-12. — *La marine des anciens*; 2 vol. in-12. — *La marine d'autrefois*; 1 vol. in-12. — *Les marins du* XV<sup>e</sup> *et du* XVI<sup>e</sup> *siècle*; 2 vol. in-12. — *La marine d'aujourd'hui*, 1 vol. in-12; *par* M. le vice-amiral JURIEN DE LA GRAVIÈRE. Paris, Charpentier, Plon et Hachette, 1872-1884; 19 vol. in-12.

*Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts sur la mission botanique chargée, en 1883, de l'exploration du nord de la Tunisie*; *par* E. COSSON. Paris, Imp. nationale, 1884; br. in-8°.

*Le dernier théorème de Fermat*; *par* E. DE JONQUIÈRES. Rome, 1884; in-4°. (Extrait des *Atti dell'Accademia pontificia dei Nuovi Lincei.*)

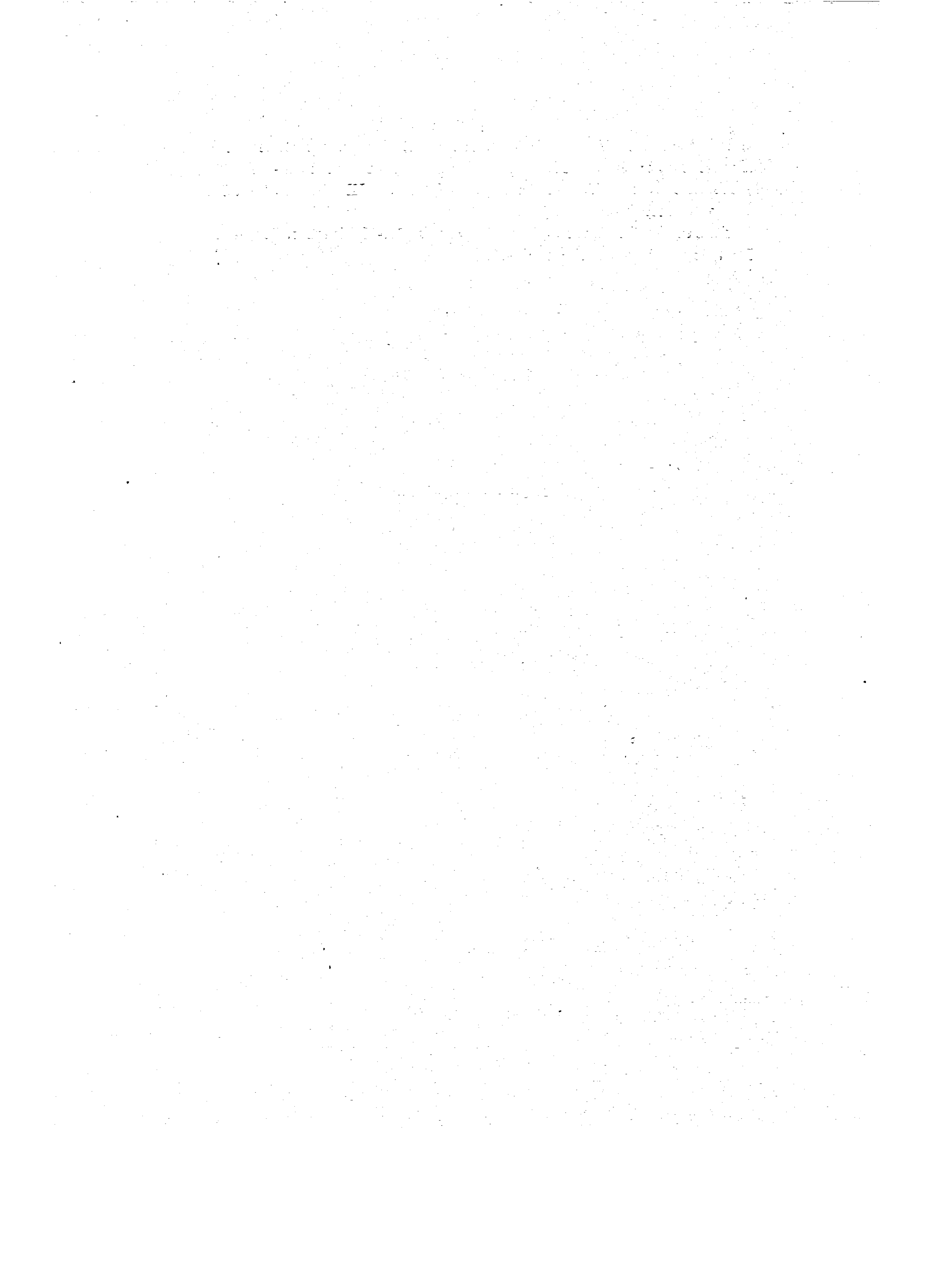
*Bibliographie générale de l'Astronomie*; *par* J.-C. HOUZEAU et A. LANCASTER; t. II, *Mémoires et Notices*. Bruxelles, imp. Havermans, 1882; gr. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

*Études sur les machines à vapeur*; *par* A. TAURINES. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-4°. (Présenté par M. Dupuy de Lôme.)

*Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts du département de la Haute-Saône;* 3e série, n° 14. Vesoul, typogr. Suchaux, 1883; in-8°.

*Mémoires de la Société philomathique de Verdun*, t. IX. Verdun, imp. Ch. Laurent, 1884; in-8°.

*Etude sur l'entéroclisme et ses indications; par le* Dr J.-M. Muselli. Bordeaux, Imp. Gounouilhou, 1883; br. in-8°.



# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 14 AVRIL 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte cruelle qu'elle vient de faire dans la personne de M. *J.-B. Dumas,* l'un de ses Secrétaires perpétuels, décédé à Cannes le 11 avril 1884, et s'exprime comme il suit :

« Mes chers Confrères,

» Bien que la nouvelle de la perte irréparable que vient de faire l'Académie des Sciences vous soit déjà connue, je dois accomplir aujourd'hui un bien triste devoir en vous notifiant la mort de J.-B. Dumas, notre illustre et regretté Secrétaire perpétuel.

» Sous le coup d'une douleur personnelle, que vous comprendrez tous, je me sens dans l'impuissance d'apprécier dignement ici les titres si nombreux qu'avait à l'admiration des savants du monde entier le grand homme que nous pleurons. Ces titres sont du reste trop éclatants pour qu'il soit nécessaire de les mettre en lumière.

» Vous savez la part considérable que Dumas prenait à nos travaux et vous avez bien souvent admiré, comme moi, la haute intelligence et le tact infini avec lesquels il savait imprimer à nos discussions les formes modérées et courtoises inhérentes à sa nature et à son caractère. Sous ce rapport aussi la perte de Dumas est irréparable et crée dans l'Académie un vide

bien difficile à combler. Aussi, longtemps encore nous chercherons, à la place qu'il occupait au Bureau avec tant d'autorité, la figure sympathique et vénérée de notre bienaimé Secrétaire perpétuel.

» J'aurais voulu vous dire en termes plus éloquents combien étaient considérables les droits que Dumas s'était acquis à notre admiration et à notre reconnaissance pendant le cours de sa longue et glorieuse vie; mais la violente émotion que j'éprouve me met en ce moment dans l'impossibilité de le faire. Vous serez donc indulgents, mes chers Confrères, pour votre Président, et vous l'approuverez, en présence du deuil cruel qui frappe aujourd'hui l'Académie, de lever immédiatement la séance. »

---

## DISCOURS PRONONCÉS AUX OBSÈQUES DE M. DUMAS

---

### Discours de M. le Comte d'Haussonville,

directeur de l'Académie française.

« Messieurs,

» La mort frappe à coups redoublés sur l'Institut et jamais, peut-être, n'a-t-il été aussi cruellement éprouvé. Il n'y a pas encore un mois, notre Classe des Sciences morales et politiques voyait s'éteindre son Secrétaire perpétuel honoraire, l'illustre M. Mignet. Aujourd'hui, c'est l'Académie des Sciences qui déplore la perte du savant hors ligne qu'elle avait placé à sa tête, et ce double deuil est commun à la Compagnie au nom de laquelle j'ai l'honneur de parler en ce moment, car ce fut toujours son privilège d'aller mettre partout la main sur le bien qui lui est propre, c'est-à-dire sur le vrai mérite littéraire, et de vouloir s'orner ainsi elle-même des noms servant d'ornement aux autres classes de l'Institut. Quel homme fut plus que M. Jean-Baptiste Dumas digne de cette haute distinction! Nos suffrages sont venus le saisir déjà illustre parmi les plus illustres, alors qu'il était unanimement salué comme un maître par ceux qui s'apprêtaient à devenir bientôt des maîtres à leur tour.

» C'est à ces voix, plus autorisées que la mienne, qu'il appartiendra d'énumérer les signalés services rendus à la Science par le regretté Confrère dont la dépouille gît à nos pieds. Elles vous diront avec une compétence

qui me fait entièrement défaut comment, suivant le premier élan de son âme, il savait varier ses expériences, vérifier ses conjectures. « Et quelle » était sa joie sublime », nous raconte celui de nos Confrères qui a eu l'honneur de le recevoir à l'Académie, « le jour où il lui était donné de pé» nétrer dans le fond même du laboratoire divin, dans ce fond au delà » duquel il n'y a plus que l'infini, l'insondable, l'inaccessible » ! C'est lui-même qui, parlant de ses propres travaux, disait : « Au-dessus de la » sphère des phénomènes que nous étudions et où nous avons tant de dé» couvertes à poursuivre, il y a une sphère supérieure que nos méthodes » ne peuvent atteindre. Nous commençons à comprendre la vie des corps; » la vie de l'âme est d'un autre ordre.

» Il me suffit d'en appeler aux témoignages de ceux qui m'écoutent pour constater quel était l'agrément infini et le charme exquis de cette parole si bien ordonnée, si savante sans pédanterie et souvent animée d'une éloquence naturelle qui coulait comme de source. Mon âge, assez près de se rapprocher de celui du vieillard dont la mort nous afflige, et qui se complaît volontiers aux plus lointains souvenirs, m'a permis d'assister à l'un des premiers triomphes de M. Dumas. C'était avant 1848. En qualité de commissaire du Gouvernement, il dut monter à la tribune de la Chambre des Députés, et nous expliquer, à propos d'une loi alors en discussion, tout le mécanisme de la confection des monnaies. Malgré l'aridité du sujet, nous restâmes pendant deux heures entières comme appendus à ses lèvres.

» Ce talent de captiver l'attention, en élucidant avec une autorité pleine de bonne grâce les questions les plus compliquées, M. Dumas l'a conservé jusqu'aux derniers jours de sa vie. Comme fondateur de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, il a eu plus d'une fois l'occasion de traiter des sujets de pure esthétique. Pas plus tard qu'hier un membre de l'une des Commissions qui s'occupent exclusivement des intérêts se rattachant aux richesses artistiques de nos musées me disait que, dans les discussions qui s'élevaient en sa présence sur des matières en apparence les plus étrangères à ses préoccupations habituelles, c'était le plus souvent M. Dumas qui écartait les confusions, et qui apportait à ses auditeurs charmés le secours de ses vues amies du bon ordre et des méthodes pleines de clarté.

» Mais quel besoin d'invoquer d'autres souvenirs que ceux de mes Confrères de l'Académie française? Ils ne sont, hélas! que trop présents. Qui de nous ne sent avec amertume le vide, pénible pour nos cœurs et pour nos esprits, que va laisser, au cours de nos séances, l'absence de celui qui

avait le don d'y jeter tant d'agréments et tant de lumières? Qui de nous ne croit voir vivante encore devant lui cette sereine figure qu'éclairaient les étincelles d'un alerte et charmant esprit, où l'amabilité du sourire tempérait si agréablement la vivacité et parfois la malice du regard?.... Je m'arrête; au moment d'adresser un dernier adieu à l'homme supérieur qui a fait rejaillir sur la Compagnie à laquelle il appartenait les rayons de sa renommée européenne, il est naturel que ceux qui l'ont approché de près cherchent à se consoler en tâchant de raviver un peu les traits les plus familiers d'une physionomie qui leur demeura toujours si précieuse et si chère.

» Pour celui qui porte la parole en votre nom, quelle difficulté de prendre dignement congé d'une si grande mémoire! Que faire, sinon peut-être emprunter à M. Dumas lui-même les paroles éloquentes que naguère il prononçait, avec une émotion touchante dans sa bouche, à propos de la mort d'un de ses Confrères enlevé, comme lui, au culte désintéressé de la Science? « Oui (pouvons-nous nous écrier après lui, comme il le » disait de Regnault), l'Académie, fidèle interprète de la postérité et seule » héritière de votre renommée, s'empresse de rendre aujourd'hui un » hommage public d'affection pour votre personne, de reconnaissance » pour vos grands et nobles travaux, de respect pour vos éclatants ser» vices, en attendant que la Science et la Patrie payent leur dette à votre » mémoire digne de tous les honneurs. »

## Discours de M. J. Bertrand,

secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

« Messieurs,

» Quand un même deuil attriste tous les cœurs, quand les mêmes souvenirs sont présents à tous les esprits, ceux qui, fidèles à une pieuse coutume, reçoivent la mission d'exprimer les regrets de tous, peuvent et doivent se borner à quelques courtes paroles.

» Je n'ai rien à apprendre aux amis, aux disciples, aux admirateurs de celui dont hier encore nous attendions avidement la parole, près de qui, jeunes ou vieux, inconnus ou illustres, les amis de la Science trouvaient, avec la même bonté, la même attention bienveillante, et, s'ils en étaient dignes, le même appui.

» M. Dumas a été notre maître à tous; ses leçons à l'Athénée, au Col-

lège de France, à l'École Centrale, à l'École de Médecine, à la Faculté des Sciences et à l'École Polytechnique dans de trop rares occasions, avaient pour les auditeurs tant d'attrait; il possédait si bien l'art d'élever les esprits, montrait si nettement la voie du progrès et faisait de chaque leçon un chapitre si élégant et si parfait, que les praticiens attentifs aux faits, les penseurs curieux de leur enchaînement, les juges délicats de l'élévation du langage, sortaient également résolus à ne pas manquer la leçon suivante.

» Dans l'histoire de la Chimie renouvelée, aucun nom n'éclipsera celui de M. Dumas : ardent à propager les idées, habile à éclairer les preuves, son esprit sage et élevé a vu de haut les grandes voies de la Science, et y a guidé les disciples, je veux dire tous les savants qui, plus jeunes que lui, croient s'honorer en l'appelant leur maître.

» En louant avec justice le chimiste Macquer d'avoir sacrifié à la Science qu'il aimait tous les instants d'une longue vie, Vicq-d'Azir ajoutait :

« Il est des hommes dont l'esprit est si actif, le jugement si prompt et le
» génie si vaste, qu'ils ne peuvent se concentrer en un seul point de l'es-
» pace où ils se meuvent; ils ne sont pas plus maîtres de s'arrêter que les
» autres ne le sont de s'élancer aussi loin qu'eux. »

» Vicq-d'Azir avait raison. S'il est juste de respecter et de louer ceux qui, mesurant leur œuvre à leurs forces, ont renfermé une honorable et utile carrière dans les bornes étroites d'une seule science, ne devons-nous pas plus de reconnaissance encore et plus d'admiration à celui qui, comme M. Dumas, capable de tous les efforts, acceptant tous les devoirs, s'est révélé supérieur à toutes les tâches?

» M. Dumas a rendu tant de services au pays, il a présidé à tant de travaux, laissé dans tant d'esprits une trace si profonde, tant de voix vont s'élever pour déplorer une perte si grande, que l'Académie des Sciences, à laquelle j'ai mission d'associer le *Journal des Savants,* se rappelant avec une douloureuse fierté quelle place elle a tenue dans une si grande vie, doit se hâter de céder la parole aux nombreux orateurs qui, dans la variété de leurs louanges, si bien méritées, viendront rappeler, avec la même émotion, la puissance, l'élévation, la délicatesse ingénieuse, la sagesse, la mesure, la grâce et la suprême bonté du grand esprit qu'elle a si longtemps admiré, du grand cœur qu'elle a tant aimé. »

## Discours de M. Rolland,

PRÉSIDENT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« Messieurs,

» Malgré le triste état de ma santé et l'insuffisance de mes forces, je n'ai pas voulu faillir au devoir, qui incombe au Président de l'Institut, de dire un dernier adieu au grand homme qui vient de mourir et dont la perte excite de si unanimes regrets parmi ses Confrères et parmi les savants du monde entier.

» L'œuvre scientifique de J.-B. Dumas est immense, et ses travaux ont depuis bien longtemps illustré son nom. Aussi, dès l'âge de trente-deux ans, il entrait à l'Académie des Sciences, dont il devenait de suite l'un des membres les plus éminents et les plus écoutés.

» Je ne puis songer à apprécier ici les nombreuses découvertes dues au génie de Dumas, par lesquelles il a si puissamment contribué à l'établissement de la Chimie moderne, en se montrant le digne successeur de Lavoisier.

» Des voix autorisées vous diront l'importance de ces découvertes dans le domaine de la Chimie.

» Je m'occuperai donc uniquement ici de la seconde partie de sa longue vie scientifique, où, déjà couvert de gloire par ses admirables travaux, Dumas, fort de sa grande expérience et de la haute position qu'il avait conquise, les mit à profit pour venir en aide aux hommes de science, et à tous les travailleurs, non seulement par ses conseils, mais aussi par un appui effectif.

» C'est dans cette seconde partie de sa vie surtout que l'Académie des Sciences, dont il avait été élu Secrétaire perpétuel, put mieux apprécier l'intelligence haute et fine à la fois de Dumas, ainsi que sa connaissance approfondie des hommes et des choses. Aussi son autorité était-elle unanimement reconnue de ses Confrères dont il a si souvent dirigé les travaux et les délibérations, dans des circonstances particulièrement délicates, avec un tact et une prudence admirables. Si l'on joint à ces dons si rares une parole facile et bienveillante, une aménité dont il ne se départissait jamais, on comprendra combien le concours de cette réunion exceptionnelle de qualités était précieux à l'Académie, où Dumas jouait si souvent le rôle de guide et de modérateur. Bien qu'un tel rôle ne fût pas assez en évidence et assez brillant pour appeler l'attention publique, j'ai

cru juste de le rappeler ici pour montrer la grandeur de la perte que fait sous ce rapport l'Académie des Sciences.

» Ces éminentes qualités de Dumas étaient depuis longtemps appréciées et utilisées en dehors de notre Académie. La Société d'Encouragement, l'École Centrale, la Société des Amis des Sciences, etc., etc., l'avaient depuis longtemps appelé à présider leurs travaux.

» Partout où pouvaient surgir des questions difficiles en raison de leur caractère international, le Gouvernement était heureux de faire appel au dévouement de notre illustre Confrère dont l'autorité et la compétence étaient unanimement reconnues des Savants de la France et de l'Étranger; c'est ainsi qu'il fut chargé successivement de la présidence des Commissions internationales où devaient se débattre les graves questions de l'unification du mètre et des monnaies, ainsi que celle de la détermination des unités électriques. Mais je dois me borner; il ne m'est pas possible en effet de rappeler tous les travaux si variés auxquels Dumas n'a jamais refusé son concours dès qu'il s'agissait d'une œuvre utile.

» Peut-être pourrait-on regretter les occupations multiples qui absorbaient une partie de son temps, et le détournaient forcément des recherches de Science pure où l'on pouvait tant espérer encore de ce puissant génie. Malgré son âge et sa vie de travail incessant, notre Confrère, en effet, avait conservé jusqu'au bout sa forte intelligence et son activité d'esprit, et, il y a moins d'un mois encore, nous espérions le voir revenir prendre la grande place qu'il occupait parmi nous.

» Quels que fussent les travaux si variés où Dumas dépensait si largement son existence, il n'oubliait jamais ses devoirs plus intimes; sa vie était celle d'un vrai patriarche, toujours entouré de ses enfants et de ses petits enfants qui le chérissaient et étaient heureux des témoignagnes incessants de la sollicitude de ce père tendre et dévoué.

» Dumas avait épousé, en 1825, la fille d'Alexandre Brongniart. Tous ceux qui, comme moi, ont eu le bonheur de recevoir un affectueux accueil dans cet intérieur, peuvent dire combien cette union est restée intime et devouée jusqu'aux derniers jours. Qu'il me soit permis de dire ici à la veuve désolée la part bien vive que nous prenons à la perte qui la prive aujourd'hui de l'affection d'un époux si justement aimé.

» Mais le moment est venu de dire un dernier adieu à la dépouille mortelle de notre illustre Secrétaire perpétuel. Adieu donc, Dumas, votre souvenir restera toujours gravé dans le cœur de vos Confrères, et votre nom occupera éternellement une place glorieuse parmi ceux des grands savants qui ont le plus honoré le XIX$^e$ siècle. »

## Discours de M. Wurtz,

### au nom de la Faculté des Sciences et de la Faculté de Médecine de Paris.

« Messieurs,

» Aux couronnes déposées sur le cercueil de M. Dumas, l'Université vient ajouter les siennes. La Faculté des Sciences et la Faculté de Médecine de Paris adressent cet hommage suprême au professeur qui les a honorées entre tous, au savant qui a illustré le siècle, à l'homme excellent qui laisse un vide dans tous les cœurs. Notre deuil est un deuil public, et, par-dessus les voix que nous écoutons ici, il me semble entendre la grande voix de la France.

» Ce pays a fait une perte irréparable : M. Dumas l'a servi avec éclat, pendant soixante ans, dans les situations les plus diverses. Il avait toutes les supériorités, il a connu tous les succès.

» Au génie pénétrant, à cette intuition qui mènent aux grandes découvertes et aux larges conceptions, il joignait les plus beaux dons de l'éloquence, les clartés de la parole et les grâces de style, qui font l'orateur et l'écrivain. Il était le modèle accompli du savant français, et l'histoire lui assignera un rang très rapproché de celui du maître qu'il a admiré et suivi, Lavoisier.

» Il ne m'appartient pas, et il serait impossible de rappeler au bord de cette tombe les phases diverses et les triomphes d'une carrière si longue et si bien remplie. Des interprètes autorisés l'ont fait et le feront mieux que moi. Organe de deux corporations savantes, je dois me borner à retracer, à grands traits, l'œuvre scientifique de M. Dumas.

» Il était né à Alais en 1800, et c'est à Genève qu'il fit ses premières armes. Il s'y rendit pour occuper une place de commis dans une pharmacie. Il avait à peine vingt ans, lorsqu'il publia avec Prévost des recherches sur divers sujets de Physiologie et principalement des expériences sur le sang qui sont encore classiques aujourd'hui. Mais la Pharmacie ne l'a point absorbé et la Physiologie ne l'a pas retenu. Arrivé à Paris en 1821, il se voua exclusivement à la Chimie et fut bientôt en position d'entreprendre et d'achever les travaux les plus importants. Développement indépendant de la Chimie organique et réforme de la Chimie minérale, telle est l'ère qui commence avec M. Dumas ; et si, depuis cinquante ans, la Chimie est entrée dans des voies nouvelles qui l'ont, pour ainsi dire, transformée sous nos yeux, c'est grâce à la réalisation d'un programme qu'il a tracé le premier et dont

ses propres découvertes ont jeté le fondement. Les idées qui avaient cours alors étaient tirées de l'étude relativement simple des composés minéraux. Toutes les combinaisons sont formées de deux éléments immédiats qui sont eux-mêmes ou des corps simples ou des composés du premier degré.

» Le grand chimiste suédois qui exerçait au commencement de ce siècle une autorité incontestée, Berzelius, avait adopté et développé cette conception qui remonte à Lavoisier et qu'il avait renforcée par l'hypothèse électrochimique. C'est ce qu'on appelait le dualisme en Chimie. M. Dumas l'a battu en brèche. Étudiant, en 1834, l'action du chlore sur les composés organiques, il reconnut que ce corps simple possède « le pouvoir singulier » de s'emparer de l'hydrogène et de le remplacer atome par atome ». Tel est le premier énoncé d'une loi qui s'appuie aujourd'hui sur des milliers de cas analogues et qui forme le point de départ de la théorie des substitutions et des doctrines qui en découlent. M. Dumas y a attaché son nom. Laurent, d'illustre mémoire, y a collaboré, mais l'idée première est énoncée clairement dans la proposition rappelée textuellement plus haut; et qui peut méconnaître, en pareil cas, la puissance de l'idée mère, de la pensée créatrice, de la première ébauche? Sans doute, dans le tableau magnifique que nous possédons aujourd'hui, quelques détails ont disparu. Il n'importe, les lignes fondamentales sont ineffaçables et c'est l'École française qui les a tracées. M. Dumas a été le chef et le soutien de cette École. Berzelius en fut l'adversaire dès le premier jour. Cette idée qu'un élément électronégatif comme le chlore peut prendre la place de l'hydrogène, élément essentiellement électropositif, le choquait dans ses convictions les plus fermes. De fait, elle renversait le système dualistique. C'était une révolution, une manière nouvelle de concevoir les combinaisons chimiques. Pour Berzelius, elles apparaissaient comme des entités doubles; pour M. Dumas, comme des monuments uniques dont les matériaux sont ordonnés d'une certaine façon, mais qui demeurent inébranlés lorsqu'une assise est remplacée par une autre. Cette conception a été développée dans une série de Mémoires qui ont eu pour objet les types chimiques, notion forte et juste, qui a été généralisée plus tard, et simplifiée par un autre mort illustre que l'Université réclame comme un des siens, Charles Gerhardt.

» Tels ont été les débuts d'une théorie qui devait exercer sur les progrès de la Science une influence décisive. Elle a pris sa place lentement et avec effort : choquant les idées reçues, elle a rencontré la plus vive opposition. Témoins émus de ces grands débats, les hommes de ma génération,

ses élèves, n'ont pu oublier que c'est M. Dumas qui a soutenu le choc et supporté victorieusement le poids d'une lutte qui était inégale et semblait désespérée. Il nous apparaissait comme un vaillant athlète, comme un triomphateur, quand nous l'entourions dans ce modeste laboratoire de la rue Cuvier, qu'il avait installé à ses frais et d'où sont sortis tant de Mémoires et tant de disciples.

» Hors d'état d'énumérer les travaux du maître, nous dirons seulement qu'aucun domaine de la Science ne lui est resté étranger : découverte et description de composés minéraux et organiques, analyse de nombreux corps et perfectionnement des méthodes d'analyses, déterminations de poids atomiques. M. Dumas apportait dans toutes ses recherches, avec la pénétration d'un génie inventif, cette sûreté de main et de jugement, cette exactitude dans les détails, cet esprit de critique qui sont les conditions indispensables et les instruments nécessaires de toute investigation scientifique. Et les corps qu'il met au jour ne sont pas des êtres isolés, sans parenté et sans support : ce sont des chefs de famille, des représentants de certaines propriétés générales, de certaines fonctions, comme on dit aujourd'hui. Il en est ainsi de l'oxamide qu'il a découverte en 1830, de l'esprit-de-bois qu'il a étudié dès 1835, et dont il a reconnu la nature alcoolique avec son élève et son ami M. Peligot.

» Et que dire des vues théoriques qu'il a émises sur un grand nombre de sujets spéciaux et qu'il a consignées, soit dans son grand *Traité de Chimie appliquée aux Arts,* soit dans cet incomparable volume intitulé : *Leçons de Philosophie chimique?* Pour ne citer qu'un seul exemple, c'est à M. Dumas qu'on doit le premier essai de classification des corps simples non métalliques, essai que le temps a respecté.

» Rappelons enfin que, après avoir enrichi, au début de sa carrière, la Chimie physiologique de découvertes importantes, il a doté, un peu plus tard, la Physique d'une méthode nouvelle pour la détermination des densités de vapeur, entrant ainsi dans la voie ouverte par son maître Gay-Lussac, dont il est convenable de prononcer ici le nom, afin d'associer dans un même hommage deux des gloires les plus pures de la France.

» M. Dumas a été dans la Science un réformateur plein d'initiative. Mais j'aurais donné de son activité et son influence une idée incomplète si je passais sous silence sa carrière de professeur. Dès son arrivée à Paris, il ouvre un cours à l'Athénée, où il se rencontre avec Mignet. Plus tard, il fonde, avec Lavallée, Ollivier et Péclet, l'École Centrale des Arts et Manufactures, où il a fait le cours de Chimie pendant un quart de siècle.

En 1832, il remplace Thenard à l'École Polytechnique et est appelé, la même année, à la Faculté des Sciences de Paris, comme professeur adjoint. En 1841, il devient à la fois professeur titulaire et doyen de cette Faculté. Trois ans auparavant, il était arrivé, à la suite d'un brillant concours, à la chaire de Chimie organique de la Faculté de Médecine. C'est peut-être dans cette situation que son talent de professeur a atteint son apogée. Il était alors dans la période la plus brillante de son activité créatrice et il exposait les grandes idées qui le préoccupaient avec une chaleur et une conviction communicatives, avec une abondance et une clarté inimitables. Tout l'auditoire était suspendu à ses lèvres et l'on ne dira jamais ce qu'il a fallu de talent et d'art pour attirer et fixer un tel auditoire, pour l'intéresser aux choses élevées dont il était question. La tradition de cet enseignement n'est pas perdue, car il a fait époque à la Faculté de Médecine.

» Pour la première fois, on envisageait les réactions qui se passent dans l'économie à un point de vue général et élevé, on faisait le bilan des pertes et des gains, on posait les bases de la statique chimique des êtres organisés. Ces leçons mémorables ont exercé une influence qui dure encore : elles ont contribué à introduire en Physiologie l'usage des méthodes exactes et l'habitude du raisonnement scientifique.

» Tel a été, en peu de mots et comme en raccourci, le rôle prépondérant de M. Dumas dans la Science et dans l'Enseignement.

» Dans les dernières années de sa vie, il s'est retiré de la lutte, mais il ne s'est pas reposé. Il s'est recueilli pour se consacrer à des travaux d'un autre ordre. Il était à la hauteur de toutes les tâches, il était l'âme des nombreuses Commissions qu'il présidait, l'ornement des solennités académiques qu'il embellissait par sa présence et par sa parole. Quoi de plus admirable que ce talent toujours jeune, dont la souplesse se pliait à tous les genres, talent qui est allé en grandissant avec l'âge? Chez M. Dumas, nulle fatigue et nulle défaillance. Il a eu le privilège de conserver jusqu'au bout la fraîcheur et la finesse de son esprit, la haute distinction de ses manières, et, par-dessus tout, cet abord à la fois grave et bienveillant, signe visible des qualités de son cœur, et qui inspirait à tous l'affection et le respect. Tel je l'ai vu pour la première fois, il y a quarante ans, presque jour pour jour, tel je l'ai trouvé à Cannes il y a moins d'un mois.

» Après une vie si longue et si glorieuse, que vous manquait-il, mon cher maître?

» Une belle mort : elle vous a surpris au milieu des vôtres, dans la plé-

nitude de vos facultés. Adieu, et reposez en paix! Vous avez droit à la reconnaissance publique, et vous êtes certain du jugement de l'histoire. Maintes fois, vous avez affirmé vos convictions religieuses : vous contemplez maintenant face à face les réalités que vous avez espérées si fermement. Adieu! Parmi les survivants, votre grande figure n'est pas de celles qui puissent disparaître dans l'oubli. Votre souvenir va se perpétuer, et votre nom passera d'âge en âge. Vous vivrez par vos œuvres, par l'exemple que vous avez donné, par les productions immortelles et les rares qualités de votre esprit : *Forma mentis æterna.* »

### Discours de M. Melsens.

« Après les paroles émues et éloquentes qui ont rappelé, à grands traits, tous les droits de l'immortel savant à la reconnaissance de la France et du monde entier, souffrez que la voix étrangère d'un élève reconnaissant adresse un suprême adieu au maître éminent dont la tombe est entourée de tant d'illustrations et de Confrères, ses anciens élèves. Beaucoup d'entre nous auraient le droit de l'appeler leur Père.

» Il y a plus de quarante ans que J.-B. Dumas admettait, à son laboratoire particulier de la rue Cuvier, quelques jeunes Français et étrangers, les dirigeant dans leur travaux, en leur communiquant le feu sacré qui l'animait et en leur donnant l'exemple du travail le plus assidu. Ce laboratoire, si modeste d'ailleurs, a cependant été visité par les plus grandes illustrations scientifiques des pays étrangers, qui se montraient vivement sympathiques aux travaux du maître. Quant à moi, je me souviendrai toujours avec émotion du jour où il voulut bien m'accueillir définitivement parmi ses élèves, bien que dénué de connaissances, et simplement, mais ardemment animé du désir d'apprendre sous sa direction. Ses paroles retentissent encore dans mon cœur : *Travaillez, mon garçon, et vous arriverez.* Sans doute dans son cœur il ajoutait : *car, je serai là pour t'encourager et t'aider.* Indépendamment des leçons publiques de l'illustre maître, leçons qui eurent un si grand éclat, ses causeries intimes et si attachantes dans son laboratoire resteront profondément gravées dans le souvenir de tous les élèves qui ont eu le bonheur de l'entendre. Tous ces enseignements exaltaient en eux le sentiment des recherches scientifiques.

» Que d'aperçus philosophiques, que d'intuitions consacrées depuis par l'expérience, se déroulaient dans ces entretiens sur toutes les hautes

questions de philosophie naturelle! Pour en comprendre la haute signification, il faut en avoir été le témoin.

» Oui, je le dis avec une vive émotion et avec le sentiment de la plus profonde reconnaissance, le maître dans la Science, au laboratoire, était aussi un guide sûr dans les luttes de la vie; car il devenait le père de ses élèves et leur montrait une affection réelle dans toutes les circonstances de leur vie.

» Ne vous étonnez donc pas si, à notre tour, notre profonde affection et le souvenir de tant de bienfaits nous portent à mêler nos larmes à celles de la famille qui nous entoure. Ce témoignage de respect et de sympathie d'un élève de nationalité étrangère s'adresse aussi à cette grande et noble France, que le maître nous avait appris à aimer; c'était aussi une de ses leçons, qui ne s'effacera jamais de notre mémoire et de notre cœur.

» Adieu, cher et vénéré maître, reçois ce dernier et douloureux adieu; je te l'adresse du fond de mon cœur.

» Adieu, ou, plutôt, comme tu l'espérais et comme tu l'enseignais, à bientôt. »

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 21 AVRIL 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

---

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** communique les lettres de regrets adressées à l'Académie à l'occasion de la perte cruelle qu'elle vient de faire :

Un télégramme de M. *Blaserna*, au nom de l'Académie dei Lincei, qui comptait M. Dumas parmi ses Associés étrangers;

Une Lettre de M. *Cannizaro*, exprimant la part que les chimistes italiens prennent au deuil des savants français et rappelant l'influence exercée sur les progrès de la Chimie en Italie par les méthodes de recherches que Piria devait à l'enseignement de M. Dumas.

*Copie d'une adresse envoyée de Genève à la famille de l'illustre* J.-B. Dumas.

« Les soussignés, réunis spontanément à Genève pour exprimer leurs regrets de la mort du célèbre chimiste J.-B. Dumas,

» Après avoir manifesté leurs sentiments comme amis des Sciences, anciens élèves de l'École Centrale ou collègues dans diverses Sociétés ou Académies du savant dont ils déplorent la perte,

» Se souvenant que Dumas avait fait ses premiers travaux scientifiques à Genève et en avait conservé des sentiments de reconnaissance dont les Genevois doivent être fiers,

» Appréciant aussi la valeur des conseils et des encouragements qu'il donnait, avec une extrême bonté, à leurs jeunes compatriotes lorsqu'ils allaient à Paris dans quelque but scientifique,

» Arrêtent :

» D'adresser à Mme veuve Dumas et à ses enfants l'expression de leur sincère douleur et de toute leur sympathie dans cette triste circonstance;

» Décident, en outre, qu'une copie de la présente adresse sera envoyée respectueusement à l'Académie des Sciences de l'Institut de France, pour rendre hommage à la mémoire de son éminent Secrétaire perpétuel.

D. Colladon, C. Marignac, Alph. Favre, L. Soret, Ph. Plantamour, Raoul Pictet, Hermann Fol, Alph. de Candolle, Louis Sené, Édouard Dufresne, L. Rœhrich, Dr Bouvier, Samson, Ernest Naville, Michel Chauvet, Fréd. Necker, F. Bruno, A. Pasteur, J. Faesch, Lombard, Émile-E. Briquet, Hornung, J. Rehfous, Mayor, Élie Wartmann, Graebe, P. Chaix, Drews, Brunel, J. Blanchot, Henry de Westerweller, Eug. Demole, Marc Micheli, Casimir de Candolle, Ch. Soret, Ch. Galopin, J. Adert, G. Oltramare, Bastard (M.), Henri de Saussure, D. Monnier, Albert Rilliet, Émile Naville, H. Veyrassat, E. Gautier, Des Gouttes, G. Cellérier, A. Kammermann, A. Claparède, M. Thury, C. Nourrisson, Ph.-A. Guye, Marc-Monnier, Albert Dunant, Antoine Carteret, B. Reber, Théodore de Saussure, F.-Wilh. Zahn, A.-E. Huber, Bedot, Piachaud, V. Dunant, Ernest Favre, L. Aubert, L. Micheli de la Rive, H.-J. Gosse, C. Vuillemin, Bellamy, Favre, H. Couchet, Kampmann, F. Maurice, Laskowski, Hugo de Senger, F.-Aug. Bost, Dupuis père, Pierre Dupuis, G. Julliard, V. Gautier, E. Raymond, Maurice Schiff, E. Marignac, F. d'Albert-Durade, A. Brun, Émile Yung, Ad. Tschumi, E. Gardy, J. Wurth, A. Achard, M. Mundorff, P. Cramer, J. Brun, Léon Revilliod, Ant. Martin, Émile Ador, J.-L. Prevost, A.-M. Wartmann, A. Deriques, H. Goudet, Édouard Humbert, W. de la Rive, Chossat, Jules Vuy, Alfred Rilliet, Henri Welter, Auguste Pictet, Edmond Boissier, Alex.-J. Martin, F. Delétra, Spiess, François Lachenal.

Genève, 16 avril 1884.

ASTRONOMIE. — *Sur un théorème de Kant relatif à la Mécanique céleste*; par M. Faye.

« Ayant fait récemment une Conférence à la Sorbonne sur la formation du système solaire [1], j'ai été conduit à examiner si la théorie cosmogo-

[1] Je saisis cette occasion d'offrir à l'Académie le numéro du *Bulletin de l'Association scientifique de France* dans lequel cette Conférence a été reproduite.

nique de Laplace se rapproche beaucoup de celle de Kant, ainsi que cela résulterait de certaines réclamations d'outre-Rhin. En lisant avec soin les écrits de Kant au lieu de me contenter de simples citations, ordinairement de seconde main, il m'a été facile de constater qu'il n'y a pas la moindre analogie entre les deux hypothèses. Il y en aurait beaucoup plus entre celle de Kant et la mienne; seulement la première, après un magnifique début, est viciée par l'oubli d'une loi fondamentale de la Mécanique, celle de la conservation des aires, en sorte qu'elle n'a réellement aucune valeur. Elle a encore d'autres défauts que je signalerai ailleurs.

» En revanche, j'ai découvert (l'expression n'est pas exagérée, comme on le verra tout à l'heure) que Kant avait formulé le premier, en 1755, c'est-à-dire quarante ou cinquante ans avant Laplace, un théorème remarquable sur les atmosphères des corps célestes. Kant n'en a fait aucun usage dans sa théorie cosmogonique, tandis que le même théorème sert de base à celle de Laplace. Le voici : « Lorsqu'un corps céleste est animé d'un mouvement » de rotation, son atmosphère ne saurait dépasser une certaine limite sans » cesser aussitôt d'appartenir à ce corps. Cette limite, dans le plan de l'équa- » teur de la planète, est celle où la force centrifuge fait équilibre à la pe- » santeur. » En d'autres termes, si une partie de l'atmosphère vient à dépasser cette limite, par exemple sous l'influence de la chaleur, cette partie cessera de tourner avec la planète autour de son axe de rotation, et elle circulera dorénavant autour d'elle suivant les lois de Kepler. Elle formera ainsi dans le plan de l'équateur, tout autour de la planète, un anneau dont le bord inférieur circulera avec une vitesse égale à celle de la rotation dont la planète était animée lorsque son atmosphère s'étendait jusque-là.

» En admettant pour l'atmosphère une masse insignifiante par rapport à celle de la planète, la rotation de celle-ci ne se serait pas bien sensiblement accélérée par le retrait de celle-là ; on pourrait donc conclure, de la vitesse de circulation de l'anneau, sur son bord interne, la vitesse de rotation de la planète. On aurait ainsi, en tout cas, une limite inférieure de cette dernière.

» C'est ce que Kant a fait pour Saturne, dont la rotation était absolument inconnue à son époque. Elle n'a été déterminée que bien plus tard, par les observations de W. Herschel. Kant a calculé la durée de la circulation du bord de l'anneau, dont le rayon avait été mesuré par les astronomes de son temps, au moyen de la troisième loi de Kepler et des éléments de l'un des satellites, et il en a déduit la rotation de la planète. Il a trouvé ainsi $6^h 32^m 53^s$. Bien plus, il est parti de là pour calculer les

limites entre lesquelles l'aplatissement de Saturne devait être compris.

» Je répète que ce beau théorème n'a joué aucun rôle dans la théorie de Kant, tandis qu'il sert de base à celle de Laplace. Cela tient sans doute à ce que Kant a eu exclusivement en vue les anneaux de Saturne, lesquels subsistent encore et semblent tout aussi stables que n'importe quel astre de notre système planétaire. Kant n'a donc pu imaginer qu'en général de pareils anneaux manquaient de stabilité et se trouvaient, dès leur origine, tout disposés à se détruire pour donner naissance à des satellites (du moins dans l'ordre d'idées où s'est placé notre grand géomètre). Il n'a pas pensé un seul instant à attribuer la formation des satellites de Saturne à la destruction d'anciens anneaux plus éloignés de la planète que l'anneau actuel.

» Il reste à expliquer comment ce théorème a pu échapper à l'attention des astronomes allemands et, à plus forte raison, à celle des astronomes français, bien qu'il ait été parfaitement exposé par Kant, d'abord dans son *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*, 1755, puis dans son *Beweisgrund zu einer Demonstration des Daseyns Gottes*, 1763. Kant dit lui-même que le premier écrit, sans nom d'auteur, a été peu connu. Il aurait même échappé à l'attention de Lambert qui, dans ses *Kosmologische Briefen*, 1761, a reproduit, sans le citer, jusque dans les moindres détails, les idées de Kant sur la structure de l'univers, la voie lactée, les nébuleuses, etc. Quant au second écrit, son titre suffisait pour écarter les astronomes (1). Ils auront cru qu'il y était uniquement question de Métaphysique.

» Il est donc facile de comprendre que le théorème de Kant ait été ainsi enterré. Il a eu un autre malheur. En 1794, Herschel, qui venait de découvrir une tache de longue durée sur le disque de Saturne, en profita pour déterminer la rotation de cette planète, jusque-là absolument inconnue. Malheureusement, au lieu du nombre de Kant, $6^h 32^m 53^s$, Herschel trouva $10^h 16^m 0^s$.

» Si les deux durées s'étaient accordées, le hardi calcul de Kant aurait été porté aux nues, comme, plus tard, celui qui conduisit à la découverte de Neptune. Mais la différence parut écrasante (2). Par égard sans doute pour le célèbre philosophe de Kœnigsberg, on jeta un voile sur cette affaire et l'on condamna à l'oubli une belle conception qui aurait mérité un meilleur accueil.

---

(1) Cependant Lambert l'avait entre les mains dès 1764.

(2) Il est à remarquer qu'elle pèse aussi en entier sur la théorie cosmogonique de Laplace, d'après laquelle la durée de la rotation d'une planète doit être inférieure à la durée de la circulation du satellite le plus voisin.

» C'était à tort. Cette différence est un phénomène intéressant et non le résultat d'une erreur. On aurait dû conclure de cet échec, non pas que le théorème et son application à Saturne étaient sans valeur, mais seulement que les anneaux de Saturne ne s'étaient pas formés comme Kant et plus tard Laplace le supposaient, ou bien que, depuis leur formation remontant à des millions d'années, cet anneau s'était sensiblement rapproché de la planète, au moins par son bord interne. La première alternative est d'accord avec mon hypothèse cosmogonique, qui n'a nullement besoin du théorème de Kant, mais la seconde pourrait être soutenue. En effet, l'anneau se composant d'une multitude de très petits corps circulant isolément autour de la planète, il est impossible qu'il n'y ait pas entre eux des collisions, des frottements produisant une imperceptible perte de force vive (transformée en chaleur et dissipée par radiation). Dès lors la rotation de l'anneau a dû s'accélérer peu à peu, comme par la résistance d'un milieu; ses molécules ont dû se rapprocher progressivement de la planète, bien entendu avec une lenteur extrême. Il n'est donc pas étonnant que le calcul de Kant ait échoué : pour qu'il eût réussi, il aurait fallu que l'anneau formé il y a des millions d'années, conformément à ses idées, n'eût subi aucun changement. Il n'en est pas moins vrai que ce théorème, retrouvé plus tard par Laplace, qui en a tiré un si grand parti, est bien le théorème de Kant.

» Le théorème de Kant a reçu chez nous une extension importante par les travaux de M. Roche. Lorsque la force opposée à la pesanteur, celle qui tend à dissoudre l'atmosphère d'un corps céleste, n'est plus la force centrifuge née de sa rotation, mais résulte de l'attraction d'un corps voisin, la déperdition du fluide s'opère, non pas autour de l'équateur par l'ouverture des nappes indéfinies qui caractérisent la surface de niveau limite dans le cas si bien traité par Kant, mais par deux points coniques opposés que cette même surface présente dans le second cas [1]. »

---

[1] Voir, à ce sujet, le *Traité de Mécanique céleste* de M. Resal, en notant que le mot de *surface limite* y reçoit un sens un peu différent.

PHYSIQUE ET CHIMIE. — *Sur l'échelle des températures et sur les poids moléculaires*; par M. **Berthelot.**

« En général, les températures sont définies par les dilatations d'un volume d'air déterminé et réputées proportionnelles à ces dilatations, comptées à partir de zéro, ou, ce qui revient au même, depuis — 273°. Les dilatations des gaz simples et composés étant sensiblement les mêmes, sous de faibles densités, il en résulte la même identité approximative pour les températures indiquées par les divers thermomètres à gaz. Il en résulte encore que les rapports entre les poids d'un même volume d'air et d'un gaz quelconque, pris dans les mêmes conditions physiques, sont à peu près indépendants de la température; ces rapports, ou des nombres proportionnels désignés sous le nom de *poids moléculaires*, sont continuellement invoqués en Chimie.

» Si on les suppose invariables pour toute température suffisamment élevée et pour toute densité suffisamment faible, on est conduit à transporter la constance des rapports entre les poids d'un même volume des divers gaz, jusqu'au poids même de chacune des dernières particules ou molécules de ces gaz, c'est-à-dire au nombre de celles-ci : ce nombre ne changerait pas en général avec la température, lorsqu'on échauffe un gaz constant; du moins tant qu'il n'y a pas décomposition chimique. En simplifiant encore, on a imaginé que le nombre des molécules contenues dans un même volume était le même pour tous les gaz. C'est l'hypothèse célèbre d'Avogadro et d'Ampère.

» A l'origine, les dernières particules physiques des gaz simples étaient identifiées avec leurs atomes chimiques; mais l'expérience a forcé les atomistes à écarter cette identité pour y substituer une hypothèse plus compliquée, d'après laquelle la molécule physique d'un gaz simple serait formée, tantôt de 1 atome (mercure, cadmium); tantôt de 2 atomes (hydrogène, azote, chlore); tantôt de 3 atomes (ozone); tantôt de 4 atomes (phosphore, arsenic) : variabilité que la théorie n'avait pas prévue et qui s'impose aux partisans de l'hypothèse d'Avogadro, quelles que soient les conventions du langage. Je veux dire dans la notation atomique moderne, où les relations de volume des gaz comparés à l'hydrogène sont simplifiées pour l'oxygène et le soufre, mais compliquées pour les métaux; aussi bien que dans la notation des équivalents, où les relations de volume, plus compliquées pour l'oxygène, sont au contraire simplifiées pour les métaux.

» Quoi qu'il en soit, tout le système ne peut se soutenir que si les rapports entre les poids d'un même volume des divers gaz demeurent constants; c'est-à-dire si les gaz suivent les mêmes lois de dilatation et de compressibilité. Autrement, rien n'autoriserait à supposer l'identité du nombre de molécules.

» Observons, en outre, que l'identité du nombre des molécules de deux gaz à diverses températures n'implique pas que ce nombre demeure invariable : il s'expliquerait tout aussi bien par des variations semblables pour les deux gaz.

» Cependant cette invariabilité acquerrait quelque vraisemblance, si le travail nécessaire pour produire un même accroissement de volume à pression constante, ou bien un même accroissement de pression à volume constant, était identique aux diverses températures, c'est-à-dire si la chaleur spécifique des gaz était constante. Or tel est le cas pour l'air, d'après les expériences faites entre 0° et 200°. Dès lors, l'échelle des températures, définie par les variations de volume à pression constante du thermomètre à air (ou par les variations de pression à volume constant), sera la même que l'échelle des températures, définie par les quantités de chaleur absorbées : l'une et l'autre échelle étant d'ailleurs les mêmes pour les gaz simples qui possèdent la même chaleur spécifique sous le même volume. C'est, en effet, ce qui se vérifie très approximativement pour l'hydrogène, l'azote, l'oxygène, entre 0° et 200°. Pour ces trois gaz élémentaires, la chaleur spécifique moléculaire est constante, et elle est la même soit à pression constante (6,8), soit à volume constant (4,8); la différence des deux expressions répondant sensiblement au travail extérieur employé pour la dilatation pendant un degré. Cette différence représente, dans la théorie de Clausius, l'accroissement de la force vive de la translation des molécules des gaz, laquelle serait une fraction constante de l'accroissement de leur énergie totale. En tout cas, ce sont là les fondements expérimentaux de la théorie des gaz parfaits et de la théorie des poids moléculaires des gaz.

» Mais l'exactitude de toute théorie, en Physique et en Chimie, est subordonnée à l'exactitude des données expérimentales dont elle a été déduite. Si un autre groupe de gaz venait à présenter une loi différente de dilatation, on ne serait plus autorisé à admettre qu'ils renferment le même nombre de molécules, sous le même volume : la conclusion contraire serait même plus vraisemblable.

» Il y a plus, si les gaz simples, tels que l'hydrogène, l'azote, l'oxygène, venaient à consommer des quantités de chaleur inégales, croissantes, par

exemple, pour une même variation de pression (à volume constant), ou de volume (à pression constante); ces gaz, dis-je, ne pourraient plus être réputés d'une manière nécessaire conserver un nombre de molécules invariable avec la température. Au contraire, la variation du nombre de leurs molécules prendrait une certaine vraisemblance.

» Enfin, il pourra en être de même pour un gaz composé, tel que sa chaleur spécifique croisse avec la température sans décomposition chimique : cet accroissement résultant d'une sorte de désagrégation moléculaire qui, d'une part, écarte les éléments constituants de la molécule composée, en en augmentant les vitesses de rotation et de vibration, et qui, d'autre part, multiplie le nombre des molécules, sans en séparer les éléments, et cela suivant un procédé pareil à celui que nous avons exposé tout à l'heure pour les gaz simples.

» En réalité, les faits relatifs à l'ozone, gaz simple, au gaz hypoazotique, à l'acide acétique gazeux, gaz composés, fournissent des exemples incontestés de ce genre de désagrégation moléculaire, lequel paraît exister non seulement pour ces trois gaz, mais même pour beaucoup d'autres, d'après l'étude que nous avons faite, et que nous allons rappeler, des chaleurs spécifiques des gaz simples et composés, à de très hautes températures.

» Comparons, par exemple, les dilatations des gaz simples jusque vers 1600°. Les volumes occupés par des poids donnés de ces gaz étant supposés les mêmes à zéro, ils croîtront pareillement, c'est-à-dire qu'ils seront encore égaux entre eux pour le groupe qui renferme l'hydrogène, l'oxygène, l'azote; tandis qu'ils deviendront une fois et demie aussi grands pour le groupe qui renferme le chlore et ses analogues, d'après M. V. Meyer. Il semble donc que le nombre de molécules du chlore, réputé égal vers zéro à celui des molécules de l'azote et de l'hydrogène, soit devenu une fois et demie aussi considérable à 1600°, toujours sous le même volume.

» Il en résulte encore que l'échelle des températures définie par les dilatations du thermomètre à air diffère de l'échelle définie par le thermomètre à chlore : ce dernier marquera 2400°, lorsque le thermomètre à air marquera 1600°. Il n'existe d'ailleurs aucune raison valable pour préférer les indications du thermomètre à air à celles du thermomètre à chlore dans la définition des températures.

» Ce n'est pas tout : nous avons établi que la chaleur spécifique des gaz simples, pris sous la densité qu'ils possèdent dans les conditions normales, croît avec la température : lentement à la vérité, mais suivant une progression qui devient très considérable à une haute température; de

façon à tripler, par exemple, vers 4500° pour l'azote, l'oxygène, l'hydrogène. Cette variation traduit une désagrégation moléculaire digne du plus haut intérêt. En effet, vers 4500°, pendant chaque intervalle de 1°, la chaleur consommée par le travail extérieur de dilatation, chaleur réputée répondre sensiblement à l'accroissement de la force vive de translation des molécules, ne serait plus que la septième partie $\left(\frac{2,0}{14,1} = 0,14\right)$ de la chaleur consommée par l'accroissement total de l'énergie; tandis qu'elle en représente les $\frac{2}{5}$ vers zéro $\left(\frac{2,0}{4,8} = 0,42\right)$.

» La fraction d'énergie employée en dilatation serait donc réduite au tiers de sa valeur initiale, par suite de l'accroissement progressif des forces vives de rotation et de vibration; et sans doute aussi à cause de la dislocation de chacune des molécules existant vers zéro, en particules plus simples vers 4500°. Quoi qu'on pense sur ce dernier point, il paraît établi que la fraction d'énergie consommée par la translation des molécules des gaz simples, aussi bien que des gaz composés, diminue sans cesse, à mesure que la température s'élève : peut-être même tend-elle asymptotiquement vers une certaine limite, qu'elle ne saurait dépasser. Une même quantité de chaleur produit ainsi à volume constant un accroissement de pression de plus en plus petit; à peu près comme la tension d'un liquide vaporisé dans un espace voisin de son propre volume tend vers un accroissement asymptotique, quand la chaleur croît indéfiniment.

» Le chlore donne lieu à des observations toutes pareilles, et la diminution de l'énergie des mouvements de translation de ce gaz est même plus rapide. Dès une température inférieure à 200°, cette fraction d'énergie ne représente guère que le tiers de l'énergie totale; vers 1800°, elle est réduite au cinquième. Si nous définissons l'échelle des températures par l'égalité des quantités de chaleur absorbées, nous trouvons que, le thermomètre à air marquant 200°, le thermomètre à chlore marquera seulement 155°. En outre, la différence croîtra avec la température, parce que la chaleur consommée par la désagrégation moléculaire du chlore croît pareillement.

» Mais cette désagrégation existe aussi pour les autres éléments. Si nous imaginons deux thermomètres à air, définis l'un par les dilatations (ou les accroissements de pression à volume constant), l'autre par les quantités de chaleur, ces deux thermomètres marcheront d'accord entre 0° et 200°; mais ils discorderont de plus en plus aux hautes températures, à tel point que le premier indiquant 4500°, le second marquera 8815°.

» Une telle transformation des propriétés connues des gaz donne à réfléchir. Au milieu de ces changements incessants et progressifs des gaz réputés simples, sous l'influence des hautes températures, que deviennent nos conventions et nos hypothèses atomiques sur le nombre des molécules, hypothèses construites seulement d'après les données observées au voisinage de la température ordinaire? La constitution des particules dernières de nos corps élémentaires pourra-t-elle désormais être ainsi simplifiée arbitrairement? L'étude approfondie des chaleurs spécifiques, invoquées naguère à l'appui de ces hypothèses, cette étude, dis-je, tend à établir que la chaleur, qui dissocie les molécules composées en leurs éléments, s'exerce pareillement pour désagréger les groupements, sans doute bien complexes, des particules qui constituent les matières mêmes appelées jusqu'ici *élémentaires*. »

MINÉRALOGIE. — *Note sur l'identité optique des cristaux de la Herdérite d'Ehrenfriedersdorf et de celle de l'Etat du Maine;* par M. **Des Cloizeaux**.

« La Herdérite, dont les cristaux ont été décrits, il y a déjà longtemps, par Haidinger, n'avait été rencontrée jusqu'ici que dans les mines d'étain d'Ehrenfriedersdorf, en Saxe, où elle est associée à du quartz, de l'apatite violette, de la fluorine, du wolfram et de la cassitérite. Les échantillons qu'on en a trouvés ont toujours été si rares qu'aucune analyse n'a pu encore en être faite, et l'on a admis, d'après des essais de Turner et de Plattners, que ce minéral était un fluophosphate de chaux et d'*alumine*. Les cristaux se rapportent à un prisme rhomboïdal droit de 115°53', dont les dimensions, d'après les mesures de Haidinger, sont

$$b:h::1000:360,177 \quad D=847,508 \quad d=530,782.$$

» En 1882, on a découvert à Stoneham, comté d'Oxford, État du Maine, d'assez gros cristaux, qui ont paru à M. Hidden offrir une grande analogie de caractères physiques avec ceux de la Herdérite d'Ehrenfriedersdorf [1]. M. Edward Dana a fait voir récemment [2] que ces cristaux, rapportés à un prisme rhombique de 116°21', outre les formes $m$, $g^1$, $p$, $e^{\frac{2}{3}}$, $e^{\frac{1}{6}}$, $b^{\frac{1}{2}}$, $b^{\frac{1}{6}}$, reconnues autrefois par Haidinger sur les cristaux d'Ehrenfriedersdorf,

---

[1] *American Journal of Science*, t. XXVII, février 1884.
[2] *Ibid.*, t. XXVII, mars 1884.

offrent encore les nouvelles modifications $g^3$, $g^2$, $a^{\frac{2}{3}}$, $e^{\frac{1}{3}}$, $b^{\frac{1}{3}}$,

$$x = \left(b^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{9}} g^{\frac{1}{2}}\right), \quad y = \left(b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{4}} g^1\right),$$

ces deux dernières dans la zone $b^{\frac{1}{6}} e^{\frac{1}{3}}$. Les dimensions qui résultent des mesures de M. Dana sont

$$b : h :: 1000 : 359,747 \quad D = 849,662 \quad d = 527,327.$$

» D'après une analyse de M. Mackintosh, les cristaux de Stoneham constituent un fluophosphate de chaux et de *glucine*, dont les éléments sont

| | |
|---|---|
| Acide phosphorique............ | 44,31 |
| Chaux....................... | 33,21 |
| Glucine...................... | 15,76 |
| Fluor........................ | 11,32 |
| | 104,60 |
| Moins oxygène.......... | 4,76 |
| | 99,84 |
| Densité.................. | 3 environ. |

» Pour identifier les cristaux des deux localités, il faudrait donc pouvoir s'assurer si l'alumine, indiquée dans les essais de Plattner, n'est pas de la glucine.

» Comme il serait nécessaire de réunir les rares cristaux qui existent sur l'échantillon que possède l'École des Mines de Paris pour se procurer la quantité nécessaire à une analyse décisive, j'ai pensé qu'à défaut de ce moyen *héroïque* et inapplicable on devait d'abord consulter les caractères optiques dont une similitude absolue fournirait un argument *presque* aussi probant que l'analyse.

» Un petit cristal transparent, de Stoneham, a donc été choisi parmi ceux qui sont tout récemment arrivés à Paris; il m'a fourni une plaque, presque rigoureusement normale au plan des axes et à la bissectrice *aiguë* qui est *négative* et perpendiculaire à l'arête antérieure du prisme primitif de 116°. Le plan des axes est parallèle aux petites diagonales des bases et il bissecte l'angle obtus de ce prisme. La dispersion est notable, avec $\rho > \nu$. J'ai trouvé dans l'air, à 12° C., comme moyenne de plusieurs séries d'observations concordantes :

| | Verre rouge. | Rouge lithium. | Jaune sodium. | Liqueur cupro-ammoniac. |
|---|---|---|---|---|
| 2E..... | 121°51′ | 121°44′ | 121°22′ | 120°33′. |

» Dans l'huile, plusieurs systèmes d'anneaux, visibles à droite et à gauche et dus à des cristaux irrégulièrement enchevêtrés à l'intérieur, fournissent des mesures d'écartement assez variables.

» Les deux systèmes les plus nets et les plus rapprochés ont donné :

| | Verre rouge. | Jaune sodium. | Liqueur cupro-ammoniac. |
|---|---|---|---|
| 2H......... | 72°34′ | 72°12′ | 71°24′ |
| d'où 2E......... | 120°21′ | 119°45′ | 119°11′ (¹) |

Pour les deux plus éloignés : 2H = 76°23′, d'où 2E = 130°2′ rouge.

» La célèbre collection léguée par M. Adam à l'École des Mines et dont le grand intérêt scientifique provient des types authentiques de toutes les espèces, réelles ou supposées telles, qui ont été réunies par son fondateur [2], avait reçu autrefois de Breithaupt, par échange, deux petits cristaux isolés de la Herdérite d'Erenfriedersdorf. L'un de ces cristaux, mis à ma disposition par notre confrère, M. Daubrée, offre, d'un côté, les formes $p$, $e^{\frac{2}{3}}$, $b^{\frac{1}{2}}$, $b^{\frac{1}{6}}$, avec faces $e^{\frac{2}{3}}$ et $b^{\frac{1}{2}}$ dominantes; de l'autre côté se trouve une cassure vitreuse. Au moyen de trois petites faces artificielles pratiquées sur ce cristal, l'une parallèlement à sa base naturelle, $p$, les deux autres perpendiculaires à la première et correspondant à la modification $h^1$, j'ai pu obtenir, sans altérer sensiblement l'aspect général du cristal, un solide dont deux plans sont perpendiculaires à la bissectrice obtuse *positive* et les deux autres à la bissectrice aiguë *négative*. Ces bissectrices, ainsi que le plan des axes, ont exactement la même orientation que dans les cristaux de Stoneham. L'écartement n'a pu être mesuré que dans l'huile; plusieurs systèmes d'anneaux, chevauchant les uns sur les autres, y sont aussi visibles; les plus nets m'ont conduit aux nombres suivants :

» Autour de la bissectrice aiguë *négative* :

| | Verre rouge. | Jaune sodium. |
|---|---|---|
| $2H_a$.............. | 74°18′ | 74° 4′ |
| d'où 2E.............. | 124°35′ | 124°18′ |
| $2H_a$.............. | 73°44′ | 73°31′ |
| d'où 2E.............. | 123°10′ | 122°56′ |
| $2H_a$.............. | 73°25′ | 73°12′ |
| d'où 2E.............. | 122°24′ | 122° 9′ |

(¹) Les indices de l'huile employée sont : $n = 1,466$ rouge; 1,468 jaune; 1,478 bleu.

(²) Par ses nombreuses relations et son infatigable activité, M. Adam était parvenu à réunir les espèces et les variétés les plus rares, connues au moment de sa mort, en 1881.

» Autour de la bissectrice obtuse *positive* :

| | Verre rouge. | Jaune sodium. |
|---|---|---|
| $2H_a$ ............. | 105°11′ | 105°23′ |

A travers les faces $p$, normales à la bissectrice obtuse, on ne voit qu'un seul système d'anneaux.

» En combinant les angles d'écartement trouvés autour des deux bissectrices, on obtient :

| | Verre rouge. | Jaune sodium |
|---|---|---|
| 2V................ | 74°29′ | 74°16′ |
| β................. | 1,463 | 1,468 |
| ou 2V................ | 74° 8′ | 73°55′ |
| β................. | 1,459 | 1,461 |
| ou 2V................ | 73°55′ | 73°43′ |
| β................. | 1,457 | 1,459 |

» Comme on le voit, les observations précédentes prouvent la complète identité des caractères optiques, dans les cristaux de Stoneham et dans ceux d'Ehrenfriedersdorf, et il est dès lors permis de croire qu'ils appartiennent bien à la même espèce minéralogique. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'existence d'un Gorille à la ménagerie du Muséum d'Histoire naturelle;* par M. **Alph. Milne-Edwards.**

« Le Muséum d'Histoire naturelle a fait, au commencement de l'hiver, l'acquisition d'un jeune Gorille mâle récemment importé du Gabon. C'est la première fois qu'un représentant de cette grande espèce de Singe anthropomorphe arrive vivant en France. Son étude présente un grand intérêt au point de vue zoologique aussi bien qu'au point de vue du développement des facultés intellectuelles.

» Ce Gorille est âgé d'environ trois ans; il a déjà toutes ses dents de lait, et ses canines, longues et pointues, dépassent notablement les molaires. Son caractère est très différent de celui du Chimpanzé et de l'Orang-Outang : autant ces derniers sont, à l'état de captivité, doux et sociables, autant le Gorille est sauvage, morose et brutal. Jamais il n'a donné à son gardien la moindre marque d'affection; il ne se laisse toucher qu'avec la plus grande répugnance et, généralement, il répond aux caresses par des morsures. Il ne prend pas part aux jeux des autres Singes; c'est à peine s'il les tolère à côté de lui. Il est peu actif et se tient généralement accroupi dans un coin de sa cage ou assis sur une branche, le dos appuyé au mur,

ne se déplaçant guère que pour aller à la recherche de ses aliments. Il se sert cependant avec adresse de ses mains, qui sont extrêmement vigoureuses. Ses lèvres sont moins mobiles que celles du Chimpanzé, surtout la lèvre inférieure, qu'il n'étend jamais en forme de cuiller lorsqu'il boit. Ses yeux extrêmement mobiles, la proéminence de ses arcades sourcilières, son nez aplati et ses narines d'une largeur démesurée lui donnent une physionomie tout à fait particulière. Son intelligence semble peu développée, et en tout cas très inférieure à celle des autres Singes anthropomorphes, même des Gibbons. »

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Note accompagnant la présentation des Cartes marines et des documents hydrographiques offerts à l'Académie par le Dépôt des Cartes et Plans, au nom du Département de la Marine.* Note de M. DE **JONQUIÈRES.**

« J'ai fait remettre à la Bibliothèque et j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie une série de Cartes marines et de documents hydrographiques, destinés à mettre à jour la collection incomplète qu'elle possède.

» L'Académie verra dans cet hommage, non seulement la reprise d'une tradition qui est une véritable prérogative pour le *Dépôt des Cartes et Plans*, mais encore — je le désire et le demande — l'occasion d'un remerciement pour l'honneur insigne qu'elle vient d'accorder à cet Établissement, en appelant coup sur coup son Directeur et l'un de ses Ingénieurs à venir prendre place dans son illustre Compagnie.

» Le Catalogue imprimé qui accompagne cette volumineuse collection et quelques spécimens de Cartes, publiées dans ces dernières années, que je dépose sur le Bureau, me dispensent d'entrer dans de longs détails. Je me bornerai donc à quelques explications qui, je l'espère, ne seront pas accueillies sans intérêt.

» Ces Cartes complémentaires, au nombre de plus de mille, toutes dressées, gravées et imprimées par le Dépôt, proviennent de sources diverses.

» Les unes, un tiers environ, sont la reproduction et la traduction de celles qu'ont publiées les services hydrographiques de nations étrangères; un second tiers résume des travaux mixtes, français et étrangers; les autres enfin sont d'origine exclusivement française.

» Pour les premières, le Dépôt de la Marine est en relations d'échange avec les bureaux hydrographiques étrangers qui, par réciprocité, reçoivent

tous nos travaux et en font la base de leurs propres publications sur les mêmes parages. Les Cartes des deux premières catégories sont successivement tenues au courant de toutes les corrections de détail que des explorations postérieures à leur rédaction leur font subir à l'étranger, soit dans les contours du littoral ou dans la topographie avoisinante, soit dans les chiffres de sondes, soit enfin dans les déclinaisons de l'aiguille aimantée qu'elles indiquent. Les corrections dont il s'agit sont, au fur et à mesure, mentionnées au bas de chaque Carte, avec le millésime de l'année où elles ont été faites.

» D'autres Cartes, fort nombreuses (car le présent lot en compte à lui seul plus de trois cent cinquante de cette troisième catégorie), sont, comme je viens de le dire, le résultat de travaux originaux, exécutés sur les divers points du globe par les officiers de marine ou les ingénieurs hydrographes français. L'Académie en trouvera notamment, dans cette collection additionnelle, qui sont dues aux amiraux, commandants ou officiers de marine: Cloué, Courbet, Pierre, Mouchez, Marcq de Saint-Hilaire, Olry, Rallier, Fleuriais, Turquet de Beauregard, Leclerc, Banaré, de la Chauvinière, Besson, Chambeyron, Guépratte, Fournier, Béhic, Vavin, Feyzeau, Pâris, Ravel, Poullain de Saint-Paie, de Kersabiec, etc., et aux ingénieurs hydrographes : Gaussin, Ploix, Manen, Bouquet de la Grye, Héraud, Germain, Caspari, Hanusse, Hatt, Renaud, Vidalin, Estignard, Larousse, etc.

» Plus tard, je ferai remettre à la Bibliothèque celles dont on s'occupe au loin à réunir les matériaux ou dont on achève, au Dépôt même, la construction, la gravure et l'impression, sous l'habile direction de M. l'Ingénieur en chef Gaussin, de M. Ploix, qui le seconde dans cette branche de service, et des autres ingénieurs et officiers de marine qui y sont attachés d'une façon permanente ou temporairement.

» Les travaux récents se rattachent à toutes les parties du monde : côte occidentale de France, Terre-Neuve, Nouvelle-Calédonie, Iles de la Société, Madagascar, Terre de Feu, littoral de la Tunisie et de l'Algérie, côtes du Tonkin, etc.

» Ces trois dernières explorations méritent d'autant mieux une mention spéciale, que le Ministère de la Marine y consacre, en ce moment, des efforts plus considérables, dans la mesure des ressources, malheureusement trop restreintes, que le Budget met à sa disposition.

» Nos honorables Confrères ont pu voir, à l'Exposition du cap Horn (au Palais de l'Industrie), sous la forme d'une grande carte provisoire, un aperçu des levés exécutés dans ces parages, en 1882-1883, par les officiers

de la *Romanche,* sous la direction de M. le capitaine de frégate Martial, avec une activité et, vu la difficulté des lieux, avec un zèle courageux qu'on ne saurait louer trop haut, et auquel notre Confrère M. Hervé Mangon rendait publiquement hommage, il y a peu de jours, dans une autre enceinte.

» Une autre mission hydrographique a déjà levé une portion notable de la côte de Tunisie, sous la direction de M. l'ingénieur hydrographe Manen, avec le concours des officiers du *Linois,* que commande M. le capitaine de frégate de Magnac, bien connu de l'Académie par ses travaux sur l'Astronomie nautique. Ce beau travail sera continué, pendant la campagne qui va s'ouvrir, sous la direction de M. l'ingénieur hydrographe Héraud, avec le concours des mêmes officiers de marine.

» Une troisième mission, dirigée par M. l'ingénieur hydrographe Renaud, poursuit activement l'exploration, plus urgente encore, des côtes du Tonkin. Le glorieux Amiral, dont l'épée a brisé la résistance désespérée des rebelles annamites et pseudo-chinois à Thuan-an et à Sontay, prête à cette mission le concours empressé de sa division navale et, personnellement, lui témoigne l'intérêt le plus soutenu, le plus efficace et le plus compétent.

» Les travaux de ces trois Missions sont donc menés de front et rédigés avec toute la célérité possible. Mais, à ce propos, on ne doit pas oublier qu'avec les procédés et les instruments perfectionnés dont on dispose de nos jours, les levés hydrographiques sont exécutés si rapidement, qu'il ne faut pas moins du double, ou même du triple du temps qu'ils ont exigé sur place, pour en faire, à Paris, la vérification et la construction, bien que la journée de travail ait, au Dépôt de la Marine, une durée exceptionnelle. L'exactitude de cette construction, de même que le fini du dessin et la beauté de la gravure, offrent, au surplus, une ample compensation à cette apparente lenteur, et ceux qui pourraient désirer une publication plus hâtive seraient assurément les premiers à ne pas vouloir l'acheter au prix des moindres sacrifices dans cette perfection finale qui, depuis Beautemps-Beaupré, a toujours été l'honneur de l'hydrographie française.

» On commencera aussi, dans quelques semaines, la revision de la Carte de notre île méditerranéenne, si profondément française, dont le levé, dû à M. de Hell, date des dernières années de la Restauration.

» Enfin, M. le capitaine de frégate Brault continue à compulser, avec un zèle qui ne se dément pas, les milliers d'observations qui lui sont fournies par les journaux de bord de nos navires de guerre, pour en tirer ces belles cartes de vents, de courants et autres, qui ont été déjà appréciées

par l'Académie et qu'elle retrouvera dans la présente collection, tandis que son collègue M. Banaré poursuit avec une ardeur infatigable l'incessante publication des *Instructions nautiques* et des *Notices hydrographiques* dont la rédaction lui est confiée et se cumule avec d'autres travaux du même ordre.

» Ainsi l'Hydrographie française, et sous ce titre je comprends les déterminations astronomiques, météorologiques et magnétiques, poursuit activement son œuvre. Elle se maintient au rang élevé où l'ont portée les travaux des La Pérouse, des Bougainville, des d'Entrecasteaux, des de Rossel, des Borda, des Beautemps-Beaupré, des Dupetit-Thouars, des Duperrey, des Lavaud, des Dumont-d'Urville, des Jurien de la Gravière, des Monnier, des Daussy, des Bégat, des Le Bourguignon-Duperré, des Darondeau, des La Roche-Poncié, s'inspirant, dans ses travaux et ses progrès, de cette tradition séculaire que, de nos jours, continuent avec éclat des officiers de marine et des ingénieurs hydrographes, connus de l'Académie et dont notre éminent confrère M. Faye citait plusieurs avec éloge dans notre avant-dernière séance. Qu'il me permette de le remercier ici de l'hommage public que sa parole si autorisée a spontanément rendu à leurs travaux. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la séparation de l'acide phosphorique dans les terres arables.* Note de M. DE GASPARIN.

« Dans une Note de M. Lechartier, présentée à l'Académie par M. Debray et insérée aux *Comptes rendus*, numéro du 31 mars, M. Lechartier signale l'imperfection d'une méthode de séparation de l'acide phosphorique dans les terres arables, que j'avais communiquée à l'Académie en janvier 1884.

» L'observation de M. Lechartier est parfaitement fondée; il est certain qu'on ne retrouve pas la totalité de l'acide phosphorique engagé dans une masse relativement considérable de sesquioxyde, après calcination, en reprenant la masse calcinée et pulvérisée, à froid, par de l'acide azotique au $\frac{1}{20}$.

» Je suis d'autant plus heureux de cette rectification, qui peut empêcher les analystes de faire fausse route, que j'ai reconnu moi-même cette lacune par des expériences suivies, que j'ai communiquées à M. Peligot. Par discrétion, pour ne pas fatiguer l'Académie, je me suis contenté de faire insérer une partie de ma Lettre à M. Peligot, en février dernier, dans le journal *l'Agriculture* de M. Barral.

» J'avais donc devancé la Communication de M. Lechartier, et cet accord entre nous, recevant la publicité des *Comptes rendus*, empêchera plus sûrement les fausses manœuvres des chimistes agricoles, ce qui est, dans l'espèce, le point important.

» Il faut donc, quand on a précipité les phosphates par l'ammoniaque, les redissoudre à froid par l'acide azotique, s'abstenir de la calcination et séparer l'acide phosphorique en n'employant que la voie humide, par les méthodes consacrées pour l'emploi du nitromolybdate d'ammoniaque.

» La calcination avait pour objet d'économiser l'emploi de ce réactif dans les lavages; mais c'est une économie à laquelle il faut renoncer, et les chimistes qui s'occupent des dosages d'acide phosphorique, soit dans les terres, soit dans les roches, sont désormais bien avertis.

» La calcination ne devient innocente et même utile qu'en présence d'une proportion notable de terres alcalines dans la masse soumise à la calcination; alors l'attaque acide par l'acide azotique dilué à froid dissout toujours la totalité de l'acide phosphorique de l'échantillon. »

GÉOGRAPHIE. — *Vitesse qu'atteignent les Lapons avec leurs patins à neige.* Extrait d'une Lettre de M. NORDENSKIÖLD à M. Daubrée.

« J'attachais beaucoup d'importance à vérifier la distance que les Lapons qui m'ont accompagné au Groënland, lors de ma dernière expédition, ont parcourue sur la glace intérieure avec les patins à neige (*skidor*), distance qui, d'après leur évaluation, était de $230^{km}$, soit $460^{km}$, aller et retour, franchie en 57 heures.

» Pour m'assurer de l'exactitude de cette affirmation, qui a paru à beaucoup de monde exagérée, M. Oscar Dickson, sur ma demande, a bien voulu organiser une course de *skidor* à Quickjock, en Laponie. Ce sport, d'un nouveau genre, a eu lieu le 3 du présent mois. La distance a parcourir était de $227^{km}$ (aller et retour). Voici les résultats de cette course :

» *Premier prix*, 350 francs. — Gagné par mon compagnon lapon au Groënland, Pavo Lars Tuorda, qui a parcouru cette distance en $21^h 22^m$, repos compris.

» *Deuxième prix*, 250 francs. — Gagné par le Lapon Pehr Olof Ländta, en $21^h 22^m,5$.

» *Troisième prix*, 140 francs. — Gagné par le Lapon Apmut Arrhman Perauri, en $21^h 33^m,5$.

» *Quatrième prix,* 90 francs. — Gagné par le Lapon Nils Petter Tuorda, en $21^h 50^m$.

» *Cinquième prix,* 56 francs. — Gagné par le Lapon Iohan Gustafson Juggijur, en $21^h 56^m$.

» Ces quatre premiers concurrents ont donc franchi la distance avec une vitesse moyenne de plus de $10^{km}$ par heure.

» Quatre autres concurrents ont reçu chacun une prime de 35 francs pour avoir parcouru la distance en 25 à 26 heures.

» Tous les concurrents sont arrivés au but en parfaite santé, sans être épuisés, et ont pris part aux réjouissances qui avaient été organisées pour fêter ces exploits extraordinaires.

» Il faut ajouter que plusieurs des concurrents avaient parcouru la veille de 70 à $100^{km}$ pour venir de chez eux au point de départ de la course.

» Comme vous voyez, ces résultats brillants confirment complètement les assertions de mes braves Lapons au Groënland. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour une place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *du Moncel.*

Cette Commission doit se composer de deux Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de deux Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, de deux Membres libres et du Président en exercice.

Les Membres qui réunissent la majorité des suffrages sont :

Pour les Sciences mathématiques : M. **Bertrand**, M. **Jamin**.
Pour les Sciences physiques : M. **Daubrée**, M. **Boussingault**.
Parmi les Académiciens libres : M. **Lalanne**, M. **Larrey**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats à présenter à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place d'Astronome titulaire, laissée vacante à l'Observatoire de Paris par le décès de M. *Yvon Villarceau.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 52,

M. Leveau obtient. . . . . . . . . . . 50 suffrages.
M. Callandreau . . . . . . . . . . . . 1 »
M. Paul Henry. . . . . . . . . . . . . 1 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 52,

M. Callandreau obtient . . . . . . . . 31 suffrages.
M. Paul Henry. . . . . . . . . . . . . 21 »

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

*En première ligne*. . . . . . . . . . M. **Leveau**.
*En seconde ligne*. . . . . . . . . . M. **Callandreau**.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

Un **Anonyme** adresse à l'Académie, pour le Concours du prix Barbier, un Mémoire portant pour épigraphe : « Scire potestates herbarum usumque medendi ».

(Renvoi à la Commission.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le numéro de juin 1883 du *Bullettino* publié par le prince *Boncompagni*. Ce numéro contient deux articles de M. *A. Favaro* portant pour titres : « Vita di Leon Battista Alberti di Girolamo Mancini » et « Nicolaus Coppernicus von Leopold Prowe ». Ce numéro renferme en outre les annonces bibliographiques des publications récentes sur les Sciences mathématiques, physiques et astronomiques.

ASTRONOMIE. — *Aspect de la planète Uranus.* Note de M. **Perrotin**, présentée par M. Faye.

« Nous avons, M. Thollon et moi, continué à observer, avec l'équatorial de 14 pouces de l'Observatoire de Nice, la tache brillante que nous avions déjà vue, avec M. Lockyer, au bord inférieur de la planète ([1]), le 18 mars dernier, à $10^h$ temps moyen de Nice, et dont il a été question dans ma Note du 24 du même mois.

» Les observations ultérieures nous ont montré qu'elle se trouvait dans le voisinage de l'équateur d'Uranus. Cette tache est difficile à voir sur le disque, et, quand on l'entrevoit dans ces conditions, il règne une grande incertitude sur sa position exacte. Elle devient plus apparente lorsqu'elle approche du bord, où elle produit une solution de continuité qui tranche par sa couleur sur le contour généralement sombre de la planète. C'est ainsi que nous avons pu l'observer, avec une facilité relative, le 1er avril, vers $11^h$, au moment où elle se trouvait à l'extrémité nord du diamètre équatorial, et, le lendemain 2, vers $10^h 40^m$, à l'extrémité sud. Le 7 avril, à $10^h 30^m$, le 12, à $11^h$, on la voyait de nouveau dans cette position.

» Ces observations, faites à la limite de la visibilité, exigent des conditions très favorables. Comme les illusions sont possibles dans ce cas, il est à désirer que d'autres observateurs, munis de puissants instruments, les contrôlent.

» Les apparences et l'indétermination dans la durée du phénomène, le 1er avril, jour des meilleures images, montrent que les faits observés sont dus plutôt à une bande lumineuse qu'à une simple tache, ce qui rend incertaines les heures des observations. Eu égard à cette circonstance, elles se trouvent assez bien d'accord avec une durée de rotation qui serait peu éloignée de dix heures.

» L'aspect général de la planète s'est présenté, dans son ensemble, ce que nous l'avions vu dès le premier jour, mais avec quelques modifications : l'hémisphère nord-ouest, dans la lunette (en réalité, l'hémisphère nord de la planète), est plus sombre que l'hémisphère sud-est (hémisphère sud). Les taches noires, que nous avions tout d'abord comparées aux taches de Mars, se rapprochent davantage des bandes de Jupiter. Le 1er avril

---

([1]) Les positions de la tache se rapportent à l'image d'Uranus vue dans la lunette.

notamment, nous avons vu ces bandes avec une netteté qui ne laisse aucun doute à cet égard.

» M. Trépied, de passage à l'Observatoire, a bien voulu se joindre à nous pour les observations du 12. Bien qu'il ne fût prévenu ni de la nature ni de la position des taches, il a vu les bandes et la tache brillante où nous les avions vues nous-mêmes. Il a noté, en outre, dans la partie brillante une condensation qui nous avait échappé. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Changements observés sur les anneaux de Saturne* (Observatoire de Meudon). Note de M. **E.-L. Trouvelot**, présentée par M. Janssen [1].

« Dès l'année 1875, j'ai montré [2] que la forme variable de l'ombre portée par le globe de Saturne sur la surface des anneaux ne pouvait être que la conséquence de changements de niveau se produisant sur cette surface. J'ai aussi montré que l'anneau nébuleux avait subi des changements profonds depuis les observations de Bond, Lassell et autres; et encore, que la bordure extérieure de la division Cassinienne était sujette à des changements de forme que j'ai indiqués.

» Mes observations de cette planète, continuées avec assiduité depuis cette époque, n'ont fait que confirmer ce que j'ai publié en 1875 et établissent définitivement que les anneaux ne sont pas fixes, mais très variables. Comme je prépare maintenant une Planche de Saturne, qui doit accompagner une Note plus étendue et plus détaillée que je compte faire paraître sous peu, je me bornerai à donner ici une idée succincte des changements importants qui se sont produits dernièrement sur Saturne.

» Je commencerai d'abord par ceux qui se sont produits sur l'anneau extérieur A, et dont M. Perrotin a dernièrement entretenu l'Académie. Il est de toute évidence que des changements très profonds viennent de se produire sur cet anneau, et sur l'anneau B son voisin. La division d'Encke n'existe plus, ou, si elle existe, elle s'est notablement rapprochée de la division Cassinienne. Ce qu'il y a de certain, c'est que je ne vois plus rien à sa place avec la lunette de 8 pouces; mais, en revanche, on voit une division plus large et plus accentuée qu'elle n'était, beaucoup plus près de la di-

---

(1) Cette Note a été remise à M. Janssen il y a quinze jours.

(2) *On same physical observations of the planet Saturn* (*Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, vol. III, p. 174).

vision Cassinienne. C'est le 15 février de la présente année que, pour la première fois, j'ai reconnu que la division d'Encke avait changé de place. En même temps, j'ai aussi reconnu que la zone de l'anneau A, située entre cette division et la division Cassinienne, était beaucoup plus blanche et plus lumineuse que je ne l'avais jamais vue auparavant. Ces changements devaient être très récents, car les 11 et 12 février, ayant observé Saturne, j'ai noté que la division d'Encke était parfaitement visible; et sur le dessin de la planète qui accompagne ces notes, cette division est représentée à sa place habituelle.

» Dans cette même soirée du 15 février, j'ai aussi découvert des changements certains sur l'anneau B. On sait que cet anneau est divisé en trois zones parallèles. Depuis que j'observe Saturne, ces zones m'ont toujours paru être à peu près de même largeur. La zone interne, qui est voisine de l'anneau nébuleux, est la plus foncée; et la zone externe, qui forme la bordure interne de la division Cassinienne, est la plus brillante. Durant cette soirée, j'ai reconnu que cette dernière zone était beaucoup plus étroite que d'habitude sur l'anse orientale, sa largeur étant certainement diminuée au moins de moitié. Elle paraissait aussi plus brillante, et se distinguait très nettement de la zone grisâtre intermédiaire. Le 20 février, j'observai encore le même phénomène, mais cette fois-ci sur l'anse occidentale; tandis que, sur l'anse opposée, il était très difficile de reconnaître s'il existait.

» En 1882, j'ai également observé des changements très apparents sur la zone interne de l'anneau B qui touche à l'anneau nébuleux, qui tantôt apparaissait très foncée, et tantôt se distinguait à peine.

» L'anneau nébuleux montre également des variations très remarquables. Tantôt il est très facilement visible à l'Est, tandis qu'on le distingue difficilement à l'Ouest; tantôt c'est l'opposé qui a lieu.

» La zone brillante et étroite, qui se trouve maintenant sur l'anneau A, entre la division Cassinienne et la nouvelle division d'Encke, a aussi montré des variations d'éclat sur les anses; et tandis qu'elle était brillante sur l'une, elle était à peine visible sur l'autre.

» J'ai montré, dans le Mémoire cité plus haut, que l'ombre portée par le globe saturnien sur l'anneau change quelquefois de forme. Cette ombre n'a plus aujourd'hui la même forme que je lui reconnaissais les années précédentes. Le 15 février dernier, le même jour où j'ai reconnu les changements survenus sur l'anneau extérieur A et sur l'anneau intermédiaire B, j'ai aussi reconnu que l'ombre du globe sur l'anneau B, au lieu de former une seule courbe, concave vers le bord de la planète comme auparavant,

formait deux courbes concaves, unies par leur extrémité intérieure, et formant là un angle très marqué, dû à l'intersection de ces deux courbes, cet angle se trouvant un peu plus près de la division Cassinienne que de l'anneau nébuleux. Depuis ce jour, j'ai toujours vu cette même forme à double courbure, qui est encore visible aujourd'hui.

» Les ellipses élégantes décrites par les anneaux de Saturne autour de la planète nous apparaissent avec un caractère de symétrie qui paraît si évident, qu'il s'impose pour ainsi dire à l'esprit, et produit des illusions qu'il n'est pas toujours facile de reconnaître. De là une tendance naturelle chez les observateurs à représenter sur les deux anses, et même tout autour des anneaux, des particularités qu'ils n'ont bien reconnues qu'en un seul endroit. Je me rappelle avoir souvent observé des particularités de détail sur une anse, qu'il m'était impossible de voir sur l'anse opposée; mais l'idée de symétrie que je supposais aux anneaux était tellement invétérée en moi, que j'attribuais l'invisibilité de ces formes, soit au décentrage de l'objectif, soit à une habitude de mon œil, qui aurait mieux vu sur un côté que sur l'autre, etc. Aujourd'hui que j'ai reconnu mon erreur, je suis certain que la surface des anneaux est loin d'être symétrique; et j'ai reconnu qu'il est même assez rare que les détails de forme ou de structure existant sur une anse soient exactement reproduits sur l'anse opposée. Les anneaux sont essentiellement variables.

» Ces observations nous assurent que les anneaux ne sauraient être des masses solides, puisqu'il se produit en eux des changements de forme que l'on ne saurait expliquer par leur rotation tout d'une pièce. L'hypothèse que ces anneaux sont composés d'une multitude de corpuscules, de petits satellites, décrivant des orbites indépendantes autour du centre de gravité de la planète, nous paraît beaucoup plus probable, et, dans tous les cas, elle explique mieux les phénomènes observés. Cette hypothèse de satellites décrivant des orbites indépendantes expliquerait facilement pourquoi il a été impossible jusqu'à présent de déterminer la période de rotation des anneaux.

» Par des expériences de photométrie bien conduites, mais fort délicates, faites vers l'opposition et vers les quadratures de la planète, on arriverait peut-être à reconnaître si les anneaux de Saturne sont réellement formés d'une multitude de petits satellites. En effet, si nous avons affaire à des satellites, ils devront nous paraître plus lumineux vers l'opposition, quand ils nous présentent leur face qui reçoit directement les rayons solaires, que vers les quadratures, où la face qui nous est présentée reçoit moins di-

rectement ces rayons, et se trouve même un peu réduite par un commencement de phase. Bien que l'éloignement considérable de Saturne nous rende ses phases peu sensibles, il est cependant certain que, vers les quadratures, son bord opposé au Soleil paraît beaucoup plus sombre que celui qui est tourné vers lui. Il devrait en être de même sur des satellites, et cette réduction de lumière serait peut être sensible à nos instruments. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces du troisième ordre.* Note de M. C. **Le Paige**, présentée par M. Hermite.

« Les travaux de plusieurs géomètres, MM. Cremona, Caporali, Veronese, de Paolis, ont fait voir l'importance que présente, dans la théorie des surfaces du troisième ordre, l'étude d'une certaine configuration $[15_6, 20_3]$, formée par deux tétraèdres homologiques, leur centre et leur plan d'homologie. Ces recherches se rapportent, soit à la distribution des droites de la surface, soit à l'interprétation géométrique de certains invariants.

» On peut inscrire complètement de pareilles configurations à une surface $S_3$.

» Sur la surface, prenons deux points arbitraires $X_1, X_2$, par lesquels nous faisons passer deux cubiques gauches $c_3, k_3$, entièrement situées sur $S_3$.

» Ces deux courbes ont en commun trois autres points $A', B', C'$.

» Les droites $X_1A'$, $X_1B'$, $X_1C'$ rencontrent $S_3$ en trois points $Y_1$, $Z_1$, $U_1$. Les trois couples de droites $Y_1Z_1$, $A'B'$, $Z_1U_1$, $B'C'$; $U_1X_1$, $C'A'$ se rencontrent respectivement en des points C, A, B, situés en ligne droite et appartenant à $S_3$.

» Si l'on opère de même avec $X_2$, on obtient des points $Y_2, Z_2, U_2$. Les côtés du triangle $Y_2, Z_2, U_2$ passent également par A, B, C.

» Les quatre droites $X_1X_2$, $Y_1Y_2$, $Z_1Z_2$, $U_1U_2$ concourent en un point Q de la surface.

» On a bien, comme on le voit, une configuration $[15_6, 20_3]$, dont les quinze points appartiennent à $S_3$.

» L'existence de ces configurations sur une $S_3$ conduit au mode suivant de génération de ces surfaces.

» Une surface $S_3$ peut toujours être engendrée par les intersections de quatre faisceaux de plans, dont les axes sont situés dans un plan, obtenus en joignant ces quatre axes respectivement aux points marqués, par tous les plans de l'espace, sur quatre droites arbitraires, non situées deux à

deux dans un même plan, et n'appartenant pas à un même système de génératrices d'une surface du second ordre.

» La surface passe par les sommets du quadrilatère formé par les axes des faisceaux, par les sommets des deux tétraèdres qu'on obtient en joignant ces axes respectivement aux points où les quatre droites arbitraires sont rencontrées par leurs deux transversales communes, et enfin par le centre d'homologie des deux tétraèdres.

» Nous nous bornerons à mentionner ces résultats, que nous comptons démontrer ailleurs et qui, nous l'espérons, conduiront à des résultats intéressants relatifs aux surfaces du troisième ordre. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces à pente uniforme et les réseaux proportionnels.* Note de M. L. LECORNU.

« Nous entendons par *surface à pente uniforme* une surface dont chaque ligne de plus grande pente a toutes ses tangentes également inclinées sur la verticale, autrement dit une surface dont toutes les lignes de plus grande pente sont des hélices à base quelconque. Ces lignes coïncident nécessairement avec un système de lignes asymptotiques; ce sont aussi des parallèles de la surface, en désignant par là des courbes le long desquelles le plan tangent possède une inclinaison donnée. Elles sont coupées par les lignes de niveau en parties proportionnelles : cette propriété subsiste en projection horizontale, et l'on obtient ainsi une famille de courbes planes coupées par leurs trajectoires orthogonales en familles proportionnelles.

» La considération des réseaux plans de ce genre, que nous proposons d'appeler *réseaux proportionnels*, peut être utile dans certaines questions. Elle fournit, par exemple, la solution de ce problème d'Hydrodynamique plane (pour un liquide de densité constante) : *Trouver un régime permanent dans lequel les vitesses soient normales aux courbes d'égale vitesse.* En effet, la continuité du liquide exige alors que les courbes d'égale vitesse soient partagées proportionnellement par les trajectoires des molécules.

» Soient $\rho$ le rayon de courbure géodésique d'une ligne de plus grande pente hélicoïdale, et T son rayon de torsion. La courbure totale de la surface est, au signe près, égale à $\frac{1}{T^2}$. Soit $i$ l'angle d'inclinaison des tangentes sur la verticale, angle que nous appellerons le *paramètre* de la ligne considérée. On a la relation $\rho = T \cot i$. D'autre part, pour un déplacement $ds$ effectué

sur la courbe de niveau, la variation de $i$ est donnée par

$$ds = -\,\mathrm{T}\,di,$$

ou bien

$$\frac{ds}{\mathrm{T}} = -\,d\,\mathrm{arctang}\left(\frac{\rho}{\mathrm{T}}\right).$$

» Cette équation subsiste dans toutes les déformations de la surface, supposée inextensible, pourvu que T continue à désigner le rayon de courbure totale (devenu différent du rayon de torsion). On peut démontrer que la réciproque est vraie. Si donc on nomme *hélice virtuelle* d'une surface toute courbe dont le rayon géodésique est dans un rapport constant avec le rayon de courbure totale, et *paramètre d'une hélice virtuelle* l'arc qui a eu pour cotangente ce rapport constant, on est conduit à ce théorème :

» *La condition nécessaire et suffisante pour qu'on puisse déformer une surface, de manière à obtenir une surface à pente uniforme, est qu'il existe sur elle une série d'hélices virtuelles dont l'écartement, infiniment petit, soit partout égal à la variation du paramètre, multipliée par le rayon de courbure totale.*

» On peut ajouter que les trajectoires orthogonales coupent alors les hélices virtuelles en parties proportionnelles, et que leur écartement varie en raison inverse du cosinus du paramètre.

» L'équation caractéristique des surfaces à pente uniforme (en supposant l'axe des $z$ vertical) est

$$rp^2 + 2spq + tq^2 = 0.$$

» Son intégrale est donnée par l'ensemble des trois équations

$$z = \beta(x \sin\alpha - y \cos\alpha) + u,$$

$$0 = -\beta(x \cos\alpha + y \sin\alpha) + \frac{\partial u}{\partial \alpha},$$

$$0 = -\beta(x \sin\alpha - y \cos\alpha) + \frac{\partial^2 u}{\partial \alpha^2},$$

$\alpha$ et $\beta$ étant des paramètres arbitraires, et $u$ une fonction de ces paramètres, définie par la nouvelle équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \alpha^2} + \beta \frac{\partial u}{\partial \beta} = 0.$$

» En posant $\beta = e^{-\gamma}$, on ramène celle-ci à la forme connue

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \alpha^2} = \frac{\partial u}{\partial \gamma},$$

dont l'intégrale générale peut s'écrire

$$u = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-t^2} F(\alpha + 2t\sqrt{\gamma})\, dt,$$

ou bien encore

$$(1) \qquad u = F(\alpha) + \frac{\gamma}{1} F''(\alpha) + \ldots + \frac{\gamma^\mu}{1.2\ldots\mu} F^{(2\mu)}(\alpha) + \ldots,$$

F étant une fonction arbitraire.

» Les coordonnées d'un point sont

$$(2) \qquad \begin{cases} x = e^\gamma \left(\dfrac{\partial u}{\partial \gamma} \sin\alpha - \dfrac{\partial u}{\partial \alpha} \cos\alpha\right), \\ y = e^\gamma \left(\dfrac{\partial u}{\partial \gamma} \cos\alpha + \dfrac{\partial u}{\partial \alpha} \sin\alpha\right), \\ z = u + \dfrac{\partial u}{\partial \gamma}. \end{cases}$$

» Les lignes $\beta = \text{const.}$ (ou $\gamma = \text{const.}$) sont les parallèles. Les lignes $\alpha = \text{const.}$ sont les méridiens, c'est-à-dire les courbes le long desquelles le plan tangent est parallèle à une direction horizontale donnée.

» Si, dans la formule (1), on fait $F(\alpha) = \alpha$, on trouve la surface de vis à filet carré. Si l'on prend $F(\alpha) = \alpha^2$, on obtient une surface engendrée par la rotation uniforme d'une logarithmique autour de son asymptote (confondue avec l'axe des $z$), rotation accompagnée d'un glissement suivant la même droite avec une vitesse convenablement variable. Les lignes de plus grande pente sont des lignes d'égale pente de paraboloïdes de révolution autour de l'axe des $z$. Leurs projections horizontales sont des développantes de cercles concentriques, ayant leurs points de rebroussement en ligne droite. Ce sont donc des courbes homothétiques. D'une manière générale, les réseaux proportionnels engendrés par des courbes homothétiques sont donnés par la valeur $u = e^{k\gamma}(ae^{\alpha\sqrt{\gamma}} + be^{-\alpha\sqrt{\gamma}})$, $a$, $b$, $k$ étant des constantes arbitrairement choisies. La propriété caractéristique de l'une quelconque de ces courbes consiste en ce que le rayon de courbure est proportionnel à la projection sur la normale du rayon vecteur issu d'un point fixe.

» On peut choisir la fonction F de façon que la surface à pente uniforme admette pour ligne de plus grande pente une hélice donnée. D'abord, si cette hélice a ses tangentes inclinées à 45°, il faut faire $\gamma = 0$, ce qui donne

$$u = \sqrt{\pi}\, F(\alpha), \quad \frac{\partial u}{\partial \alpha} = \sqrt{\pi}\, F'(\alpha), \quad \frac{\partial u}{\partial \gamma} = \frac{\partial^2 u}{\partial \alpha^2} = \sqrt{\pi}\, F''(\alpha).$$

» Soit $\varphi(x, y) = 0$ la projection horizontale de l'hélice donnée. En remplaçant $x$ et $y$ par leurs valeurs tirées de l'équation (2), après avoir fait $\gamma = 0$, on trouve, pour déterminer $F(\alpha)$, une équation différentielle de la forme

$$\psi[F'(\alpha), F''(\alpha), \alpha] = 0.$$

» Si l'inclinaison de la tangente à l'hélice diffère de 45°, on commencera par considérer l'hélice à 45°, tracée sur le même cylindre. Quand on aura mis les équations de la surface correspondante sous la forme (2), il suffira, pour achever le problème, de multiplier $z$ par un coefficient constant facile à calculer.

» Signalons, en terminant, la propriété suivante :

» Les lignes asymptotiques d'une surface à pente uniforme se coupent en chaque point sous un angle dont la tangente est double de celle de l'angle formé par le méridien et le parallèle. »

MÉCANIQUE. — *Sur le principe du prisme de plus grande poussée, posé par Coulomb dans la théorie de l'équilibre-limite des terres.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« On peut dégager de la théorie de l'équilibre-limite la propriété suivante de maximum, qui est comme l'expression développée du principe du prisme de plus grande poussée émis et si ingénieusement utilisé par Coulomb en 1773 (*Savants étrangers*, t. VII, p. 359) : La poussée exercée effectivement sur la paroi mobile continuerait à s'y exercer si le massif pulvérulent se terminait à la surface de rupture la plus éloignée de la paroi, toute la masse sous-jacente devenant solide, et elle est la plus forte des poussées qui ont lieu à l'état d'équilibre-limite quand le massif se trouve limité ainsi par une surface rugueuse allant du bas de la paroi mobile à la surface libre.

» Observons, pour le démontrer, que, dans le cas d'un massif indéfini derrière la paroi mobile, la surface de rupture en question, que j'appellerai S, éprouve sur toute son étendue des pressions inclinées par rapport à sa normale d'un angle égal à l'angle même, $\varphi$ ou $\varphi'$, du frottement intérieur des couches à travers lesquelles elle passe : donc le même mode d'équilibre-limite subsisterait si le prisme de terre qui se détache restait seul pulvérulent et s'éboulait en glissant contre la masse sous-jacente, supposée, au contraire, devenue solide. Or, soit S' toute autre surface menée dans le

massif, au-dessus ou au-dessous de S, depuis le bas de la paroi jusqu'à la surface libre. Les pressions exercées sur ces divers éléments, dans le mode effectif d'équilibre déjà considéré, feront évidemment, avec la normale à ces éléments, certains angles, $\gamma$, généralement plus petits que l'angle maximum $\varphi$ ou $\varphi'$. Si donc la partie du massif située au-dessous de S' devenait solide et acquérait en même temps le degré précis de poli nécessaire pour que l'angle de son frottement contre le sable se réduisît partout aux valeurs $\gamma$, ce même mode d'équilibre-limite subsisterait dans la masse supérieure à S', restée, par hypothèse, pulvérulente; et la poussée contre la paroi mobile serait encore celle, P, qui s'y exerce en effet lors d'un commencement de renversement. Mais il n'en sera plus nécessairement de même si l'on restitue à la partie du massif inférieure à S', devenue ainsi solide, son degré naturel de rugosité, correspondant à l'angle $\varphi$ ou $\varphi'$ de frottement contre le sable situé au-dessus; car alors elle pourra *retenir davantage* celui-ci et, par conséquent, faire descendre sa poussée au-dessous de la limite P. C'est ce qui a lieu, notamment, quand S' passe par-dessus S, cas où la surface de rupture, obligée de se déplacer, vient se confondre avec S', sinon même s'élever encore plus, et, supposé que l'on adopte précisément cette nouvelle surface de rupture pour limite inférieure du massif, l'obliquité des pressions y augmente jusqu'à $\varphi$ ou $\varphi'$. Quand, au contraire, la nouvelle surface S' est tout entière au-dessous de S, rien n'est changé à l'équilibre-limite primitif, vu que la masse pulvérulente située au-dessus de S peut continuer à glisser sur cette surface, tandis que la partie comprise entre S et S' est retenue par le frottement de S'. Et, en effet, la poussée reste alors égale à P; car si elle devenait moindre, en traçant, dans le massif ainsi limité par la surface S', la surface S et appliquant le raisonnement précédent au nouveau massif partiel supérieur à S, celui-ci pourrait exercer une poussée non moins faible; conséquence inadmissible, puisque P est déjà sa poussée minima. Ainsi, en supposant successivement le massif limité, à partir du bas de la paroi mobile, par des surfaces S' de moins en moins montantes, la poussée grandira à mesure que la surface de rupture, d'abord supérieure à S, s'en rapprochera : elle atteindra la valeur P quand S' se confondra avec S, et elle restera désormais stationnaire, comme la surface de rupture, dès que S' passera au-dessous de S.

» On voit que la valeur P n'est pas un maximum au sens ordinaire. Néanmoins on pourra l'obtenir, ainsi que la surface S, par la règle usuelle des maxima et des minima, consistant à exprimer qu'une fonction n'éprouve, dans le voisinage d'une telle valeur, que des variations

du second ordre de petitesse. Imaginons, en effet, que l'on trace toutes les surfaces de rupture possibles se produisant quand S' diffère peu de S, surfaces qui passent au-dessus de S à des distances que nous regarderons comme du premier ordre de petitesse, et concevons réalisé l'état d'équilibre-limite pour le cas où le massif s'étend au delà de S. Toutes ces surfaces voisines de S y supportent des pressions ayant l'obliquité maxima $\varphi$ ou $\varphi'$, à des différences près du second ordre; car elles font, par raison de continuité, des angles du premier ordre avec les éléments plans de direction peu différente qui, aux mêmes points, subissent des pressions inclinées de l'angle $\varphi$ ou $\varphi'$ sur leur normale, et cet angle $\varphi$ ou $\varphi'$, étant maximum, reste sensiblement le même pour tous les éléments plans d'une orientation voisine. Il suit donc de là que, à des infiniment petits près du second ordre, le mode d'équilibre-limite, et la poussée P, qui ont lieu quand le massif se termine à la surface S, ont lieu aussi quand il se termine à des surfaces infiniment voisines quelconques S' : par conséquent, la poussée n'éprouve, d'un de ces cas à un autre, que des variations du second ordre de petitesse. Et si enfin, d'une part, l'on suppose, comme il arrive toujours dans la pratique, la paroi mobile assez peu inclinée sur la verticale pour qu'une des deux surfaces de rupture lui soit contiguë, si, d'autre part, on attribue successivement au massif, comme limite inférieure, toutes les surfaces de rupture qui s'y produisent quand il est borné, à partir du bas de la paroi, par des surfaces d'abord presque verticales, mais de moins en moins montantes, la poussée P cessera de croître, et vérifiera la condition ordinaire (de quasi-invariabilité) des maxima et minima, au moment où la surface de rupture *atteindra* la position effective S qu'elle a dans le massif indéfini. Or tel est, au fond, le principe du prisme de plus grande poussée.

» Seulement, sa mise en œuvre, qui consisterait à calculer les poussées correspondant à toutes les surfaces de rupture possibles et à chercher ensuite leur maximum, serait évidemment plus compliquée que l'intégration même des équations de l'équilibre-limite du massif proposé, puisqu'elle exigerait l'étude de ce que devient cet équilibre quand on introduit une paroi de plus. Aussi n'est-ce qu'en recourant à l'hypothèse, *a priori* arbitraire et inexacte, d'une forme plane de cette surface, que Coulomb a pu tirer parti de la propriété de maximum dont il avait eu l'intuition [1].

---

[1] Coulomb a, d'ailleurs, parfaitement compris que la surface de rupture devait avoir des courbures sensibles, comme on le voit par le n° XV de son Mémoire (p. 367-369). Mais

Or, il semble que la poussée la plus forte déterminée dans une supposition aussi restrictive n'est plus qu'une sorte de maximum relatif, n'atteignant pas le maximum absolu demandé, et constituant tout au plus une approximation qui manque de sécurité. C'est ce que reconnaissait déjà Coulomb au n° XIV de son Mémoire (p. 365 et 362), où il se décidait, au risque de dépasser très sensiblement le but, à négliger le frottement du mur pour renforcer les résultats déduits de l'hypothèse d'une rupture plane.

» Quelque peu exacte que soit, en général, cette hypothèse, il semble, à cause de la faible variabilité de la poussée aux environs du maximum, qu'elle doit fournir un résultat passablement approché; elle constituera donc une précieuse ressource dans les cas difficiles où la théorie nouvelle et plus complète de l'équilibre-limite se heurterait à des difficultés d'intégration insurmontables. »

OPTIQUE. — *Sur la diffusion de la lumière par les surfaces dépolies de verre ou de métal.* Note de M. **Gouy**, présentée par M. Desains.

« A la suite de ses recherches sur la diffusion de la lumière par les corps dépolis, M. Desains voulut bien, en 1875, me confier le soin d'étudier en détail quelques-unes des particularités de ce phénomène, au moyen d'un appareil qu'il avait construit dans ce but. Cet appareil consiste essentiellement en un miroir suivi d'un polariseur, qui amènent un rayon de lumière, sous une incidence connue, sur la plaque dépolie placée horizontalement. Les rayons diffusés sont observés au moyen d'un polariscope, dans des directions quelconques, définies par leurs deux coordonnées sphériques. Ces expériences ont porté principalement sur les phénomènes produits par des plaques de verre ou de métal dépolies à l'émeri, les rayons incidents étant polarisés rectilignement; les plaques de verre, flint ou crown, étaient noires ou noircies à la seconde surface, de telle sorte qu'il n'y avait à tenir compte que de la diffusion superficielle, et non, comme pour d'autres substances, des réflexions intérieures multiples qui compliquent le phénomène.

---

la tentative qu'il y fait pour en déterminer la forme est viciée par l'hypothèse d'une division du massif en couches verticales sur le point de glisser les unes contre les autres, hypothèse qui implique, pour la surface de rupture, l'inclinaison tang $\varphi$ sur l'horizon et, par conséquent, une forme plane.

» Les recherches antérieures (¹) avaient montré que, dans ces circonstances, la lumière diffusée, étudiée au moyen d'un analyseur biréfringent, montre en général une polarisation partielle des plus marquées, mais que, suivant certaines directions déterminées, cette polarisation disparaît totalement, et la lumière paraît entièrement neutre à l'analyseur. Au voisinage immédiat de ces *directions neutres,* la polarisation est très faible, et elle s'accroît rapidement dès qu'on s'en éloigne.

» En étudiant ce phénomène, je reconnus une circonstance qui me parut très digne d'attention, à savoir que cette dépolarisation n'est qu'apparente et que, suivant ces *directions neutres,* la lumière diffusée présente une polarisation circulaire partielle très accusée et bien reconnaissable au moyen d'un quart d'onde ou d'un compensateur de Babinet. Des mesures polarimétriques ont montré que cette polarisation partielle peut aller jusqu'à la moitié du rayonnement total suivant ces directions. Au voisinage immédiat des directions neutres, la lumière qui paraissait avoir une faible polarisation rectiligne est, en réalité, polarisée elliptiquement d'une manière marquée; enfin, cette polarisation elliptique est encore reconnaissable suivant presque toutes les directions, mais l'ellipse ne diffère beaucoup d'une ligne droite qu'au voisinage des directions neutres.

» Considérons, pour fixer les idées, une plaque de verre ordinaire, les rayons incidents étant polarisés perpendiculairement au plan d'incidence et l'angle d'incidence étant de 60°. On trouve deux directions neutres, faisant toutes deux, avec la normale à la plaque, un angle de 47° et placées symétriquement par rapport au plan d'incidence, de telle sorte que le plan qui contient une quelconque d'entre elles et la normale à la plaque fait, avec le plan d'incidence, un angle de 22°. D'un côté du plan d'incidence, la lumière est circulaire ou elliptique *dextrorsum,* de l'autre côté, *sinistrorsum;* sur le plan d'incidence, la polarisation est rectiligne.

» Si, avec le même angle d'incidence, on emploie de la lumière polarisée dans le plan d'incidence, on a encore deux directions neutres, symétriques par rapport à ce plan, mais elles sont fort différentes de celles du cas précédent, et les deux angles que nous avons considérés sont devenus respectivement 77° et 95°. En même temps, le sens de la gyration des rayons circulaires et elliptiques se trouve interverti; le côté du plan d'incidence qui

(¹) La Provostaye et Desains, *Mémoire sur la diffusion* (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XXXIV).

donnait des rayons *dextrorsum* donne maintenant des rayons *sinistrorsum*, et inversement.

» Si l'on donne au plan de polarisation des rayons incidents une direction arbitraire, on a encore deux directions neutres, non symétriques par rapport au plan d'incidence, ou bien une seule. L'hémisphère que remplissent les rayons diffusés est encore partagé en deux régions, *dextrorsum* et *sinistrorsum*, mais leur limite n'est plus le plan d'incidence. Lorsqu'on fait tourner d'une manière continue le plan de polarisation des rayons incidents, les directions neutres se déplacent en décrivant deux nappes coniques, l'une pour les directions *dextrorsum*, l'autre pour les directions *sinistrorsum*. Ces deux nappes se coupent sur le plan d'incidence. Il existe donc, dans le plan d'incidence, une direction remarquable suivant laquelle, en changeant seulement la direction du plan de polarisation des rayons incidents, on peut avoir à volonté de la lumière circulaire ou elliptique de toute excentricité, *dextrorsum* ou *sinistrorsum*.

» Enfin la distribution des grands axes des ellipses dans l'hémisphère entier des rayons diffusés dépend essentiellement de la position des directions neutres; elle ne peut être clairement expliquée qu'avec un diagramme.

» Ce qui précède est relatif à une incidence de 60°. Avec des angles d'incidence différents, on a des phénomènes tout à fait analogues; à mesure que ces angles s'accroissent, les directions neutres se rapprochent de la normale, sans pourtant l'atteindre.

» Les métaux et les verres de diverses natures, dépolis plus ou moins finement, donnent des phénomènes de même sens général, et ne présentent que des différences peu marquées, eu égard aux grandes différences que présentent leurs autres propriétés optiques. Toutefois, pour les métaux colorés, les directions neutres sont un peu différentes pour les diverses couleurs. »

PHYSIQUE. — *Sur la transmission du son par les gaz*. Note de M. **Neyreneuf**.

« J'ai continué avec le protoxyde d'azote, l'ammoniaque, l'hydrogène bicarboné et le bioxyde d'azote, mes recherches sur la transmission du son par les gaz, dont j'ai déjà donné les résultats pour l'acide carbonique et l'oxyde de carbone.

» Je n'ai pas trouvé de différences entre l'air, le bioxyde d'azote et l'hydrogène bicarboné, gaz dont les densités sont presque égales.

» La loi indiquée (*Comptes rendus*, t. XCVI) pour l'acide carbonique se retrouve avec assez d'exactitude pour le protoxyde d'azote et pour l'ammoniaque.

» Voici quelques données relatives à ces deux derniers gaz :

| Distances de la flamme avec | | |
|---|---|---|
| l'air. | le protoxyde. | Rapport. |
| 112 mm | 148 mm | 1,321 |
| 154 | 200 | 1,298 |
| 123 | 165 | 1,341 |
| 158 | 210 | 1,32 |

| Distances de la flamme avec | | |
|---|---|---|
| l'air. | l'ammoniaque. | Rapport. |
| 123 mm | 85 mm | 1,44 |
| 134 | 90 | 1,48 |
| 168 | 116 | 1,47 |

» Le premier rapport (valeur moyenne 1,32) est identique avec celui que nous a fourni l'acide carbonique. Pour le second, il devrait être 1,42. La différence s'explique, à cause de la difficulté de chasser complètement l'air du tube, au moyen d'un gaz léger et que l'on ne peut pas manier avec commodité en grandes masses.

» Il suffit, en effet, pour faire varier le pouvoir de transmission de l'air, de le mélanger avec des substances qui puissent en modifier la densité. L'action est des plus sensibles avec le gaz d'éclairage, ou, mais en sens inverse, avec des vapeurs, soit d'éther, soit de sulfure de carbone, soit d'essence de pétrole.

» J'ai eu le soin de répéter toutes mes expériences avec des tubes de longueurs et de sections différentes; je n'ai pas manqué de faire varier la tension et l'épaisseur des membranes, afin d'être à l'abri de toute cause accidentelle de renforcement. Enfin chaque détermination avec un gaz a toujours été précédée et suivie d'une autre faite avec l'air comme terme de comparaison. Je n'ai conservé les résultats que lorsque ces dernières déterminations donnaient des nombres bien identiques.

» On peut, du reste, supprimer soit l'une des membranes, soit même les deux, et faire arriver, dans la caisse qui renferme le timbre, le gaz sur lequel on veut opérer. Il serait illusoire d'effectuer des mesures dans ces conditions, mais l'effet qualitatif est des plus nets. Avec le gaz d'éclairage

et l'ammoniaque, le son transmis est affaibli; il est, au contraire, renforcé avec l'acide carbonique ou l'air chargé de vapeurs denses.

» Il devenait facile d'étudier, avec cette dernière disposition, le rôle des fumées ou des substances solides en suspension dans l'air. Avec l'acide phosphorique, obtenu par la combustion du phosphore dans la caisse, le son garde sensiblement la même intensité, alors que le milieu est devenu comme opaque. Il en est de même avec le chlorhydrate d'ammoniaque. On peut, néanmoins, dans les deux cas, étouffer le son par une abondance suffisante des particules solides, ou une épaisseur assez grande de la couche gazeuse qui les tient en suspension.

» Les fumées des diverses résines se comportent comme les milieux à particules solides, mais il en est autrement de la fumée proprement dite, dont le pouvoir d'extinction est des plus remarquables.

» Pour tous les résultats que nous venons d'indiquer, le milieu transmetteur se trouve influencé, soit directement par la source, soit à distance, par l'intermédiaire d'une membrane. Les choses se passent d'une toute autre manière quand la transmission s'opère sans l'intermédiaire d'un corps solide, d'un milieu gazeux à un autre.

» Je reviendrai sur ce sujet, si l'Académie veut bien le permettre, dans une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Sur la température d'ébullition de l'oxygène, de l'air, de l'azote et de l'oxyde de carbone sous la pression atmosphérique.* Note de M. **S. Wroblewski**, présentée par M. Debray.

« Dans ma Note, présentée le 31 décembre 1883 à l'Académie, j'ai montré qu'en détendant l'oxygène liquide on produit, avec facilité, un abaissement de température de $-186°$C. Depuis ce temps-là, j'ai fixé mon attention sur les méthodes pour la mesure des basses températures. Je demande la permission à l'Académie de lui communiquer les résultats de ces recherches.

» Il est évident que l'emploi du thermomètre à hydrogène, dont je me suis servi dans mes expériences sur la liquéfaction de l'oxygène, ne peut être illimité. On n'a pas besoin de dire que, au fur et à mesure que l'on s'approche de la température de liquéfaction de l'hydrogène, tout calcul de la température, déduit de la pression exercée par ce gaz devient illusoire. Mais il y a encore une autre circonstance qui diminue dans ces cas la certitude nécessaire pour les mesures.

» Le thermomètre fondé sur la dilatation du gaz sous volume constant se compose, comme on le sait, d'un ballon qui plonge dans le milieu dont on veut évaluer la température, et d'un tube étroit qui réunit ce ballon avec le manomètre. Dans beaucoup de cas, la température de ce tube ne peut pas être déterminée avec précision, et l'exactitude des mesures est altérée aussitôt que le volume du tube devient comparable à celui du ballon. Ce cas se présente précisément quand on fait des expériences avec des gaz aussi difficiles à liquéfier que l'azote, l'air atmosphérique ou l'oxyde de carbone, où l'on ne peut pas donner aux ballons thermométriques les dimensions nécessaires. En comparant plusieurs thermomètres à hydrogène munis de ballons de grandeurs différentes avec le thermomètre à air de M. Jolly, j'ai pu constater que l'incertitude des mesures croît au fur et à mesure que les dimensions du ballon diminuent et qu'on s'éloigne davantage du zéro du thermomètre. Cette incertitude devient encore plus grande, quand on veut déterminer, dans un moment donné, à l'aide d'un pareil thermomètre, la température d'un milieu qui ne se trouve pas à l'état stationnaire et qui s'échauffe ou se refroidit. C'est à cause de cela que toutes les déterminations de la température de solidification des liquides faites avec le thermomètre à hydrogène ne peuvent pas être exactes.

» C'est pour la même cause que je me suis décidé à baser les méthodes de mesure des basses températures sur les propriétés thermo-électriques des métaux. En se servant des galvanomètres apériodiques à grande résistance et d'une grande sensibilité, on mesure facilement des forces électromotrices dues à la différence des températures. On n'a qu'à comparer les indications d'un tel appareil avec celles d'un thermomètre à hydrogène de grandes dimensions et à des températures constantes, pour obtenir un moyen sûr et suffisamment sensible pour pouvoir déterminer tout changement de température, même très brusque et d'une très faible durée. Pour donner une idée de la sensibilité du procédé, il suffira de dire qu'en opérant aux températures d'environ — 200°C. je puis mesurer $\frac{1}{400000}$ de volt, ce qui correspond à un changement de température de $\frac{1}{5}$ de degré.

» Grâce à cette méthode, j'ai pu mesurer la température d'ébullition de l'oxygène, de l'air, de l'azote et de l'oxyde de carbone sous pression atmosphérique. J'obtiens tous ces gaz à l'état de liquides statiques, sous pression atmosphérique, de la manière suivante : Je conduis le gaz, qui se trouve dans un récipient métallique déjà comprimé jusqu'à $100^{atm}$, dans un tube

en verre fermé par en haut et plongé dans l'oxygène liquide. En détendant l'oxygène, je liquéfie le gaz comprimé. La détente terminée, j'interromps la communication du tube avec le récipient et je le fais communiquer avec l'atmosphère lentement. Le gaz liquéfié se trouve alors sous la pression atmosphérique et bout à la température qui correspond à cette pression.

» *Oxygène.* — On s'est servi pour ces expériences de l'oxygène parfaitement pur. Il n'a pas laissé de résidu cristallin au fond du tube. La température d'ébullition est −184°C.

» En combinant ce nombre avec ceux que j'ai publiés précédemment, on obtient la courbe totale de liquéfaction de l'oxygène. Elle est représentée par le Tableau suivant :

| Température. | Pression. | Remarque. |
|---|---|---|
| −113° | 50 atm | Point critique. |
| −129,6 | 27,02 | |
| −131,6 | 25,85 | |
| −133,4 | 24,40 | |
| −134,8 | 23,18 | |
| −135,8 | 22,2 | |
| −184 | 1 | |

» *Air.* — La température d'ébullition de l'air est −192°,2C.

» *Azote.* — L'azote obtenu de l'air par le cuivre, de même que dans mes expériences antérieures sur sa solidification [1], a bouilli à −193°,1C. Il est possible qu'il ait contenu des traces d'oxygène, puisque, en supposant que la température d'ébullition d'un mélange gazeux dépend de sa composition, on devrait atteindre −194°,3C. En tous cas, on voit que les éléments de l'air ne se séparent pas quand on les liquéfie.

» *Oxyde de carbone.* — L'oxyde de carbone préparé au moyen de l'acide oxalique contenait 6 pour 100 d'acide carbonique. Sa température d'ébullition était de −186°C. En admettant que la température d'ébullition de l'acide carbonique est de −80°C., on a pour l'oxyde de carbone pur −193°C., c'est-à-dire la même température que pour l'azote. Ainsi ces deux

---

[1] Je ne suis pas étonné que mon ancien collaborateur, M. Olzewski, tout en confirmant par ses expériences le phénomène de la liquéfaction de l'hydrogène, ainsi que celui de la solidification de l'azote, observés par moi, n'ait pas pu obtenir l'azote solidé sous forme de cristaux, parce qu'il s'est placé dans des conditions tout à fait différentes des miennes, qui rendaient ce résultat impossible à obtenir.

gaz, qui ont d'autres propriétés physiques communes, ne présentent point de différence sous ce rapport.

» En évaporant ces gaz dans le vide, on descend de quelques degrés au dessous de — 200°C.

» En ce qui concerne l'hydrogène, que je n'ai pu obtenir jusqu'à présent qu'à l'état de liquide dynamique, j'ai trouvé une méthode (que je suis en train d'appliquer maintenant) pour l'obtenir à l'état de liquide statique, en employant comme réfrigérant l'hydrogène lui-même.

» Il suit de toutes ces recherches que, parmi tous ces gaz, l'air atmosphérique sera le réfrigérant de l'avenir.

» On n'a pas besoin de le préparer et il produit à peu près le plus grand froid. Pour s'en servir, on le comprimera d'avance jusqu'à la pression de liquéfaction dans les récipients métalliques. En le laissant passer ensuite dans d'autres récipients déjà refroidis, on le liquéfiera et, en ouvrant le robinet, on le fera couler, comme cela a lieu à présent pour l'acide sulfureux. Ainsi la Science pourra tirer de ce nouveau réfrigérant des moyens puissants d'investigation.

» Dans tout son ensemble, la question ne présente aucune difficulté technique à résoudre : sa réalisation n'est, dès à présent, qu'une question de moyens matériels mis à la disposition de l'expérimentateur. »

CHIMIE. — *Sur un radical métallique*. Note de M. **P. Schutzenberger.**

« Jusqu'à présent, l'attention des savants ne s'est guère portée sur les radicaux composés de deux métaux. On admet assez généralement qu'un alliage soumis à l'action de réactifs oxydants ou chlorurants fournit les composés correspondant aux métaux constituants. En d'autres termes, la combinaison effectuée entre les métaux et révélée par la chaleur de formation de l'alliage ne persiste pas dans les composés formés.

» L'exemple suivant, qui ne restera pas isolé, bien certainement, montre qu'il n'en est pas toujours ainsi.

» En ajoutant de la mousse de platine pure à quatre ou cinq fois son poids d'étain fondu et porté à une température de 400° environ, la combinaison entre les deux métaux s'effectue avec dégagement de chaleur et de lumière.

» L'alliage, étant grenaillé dans l'eau froide, se présente sous forme d'une masse métallique, un peu moins blanche que l'étain seul. Traité à chaud par l'acide chlorhydrique concentré étendu de son volume d'eau,

dans un ballon rempli d'hydrogène ou d'acide carbonique, il dégage de l'hydrogène et donne lieu à la dissolution d'une partie de l'étain sous forme de protochlorure. Lorsque le dégagement d'hydrogène qui accompagne cette dissolution cesse tout à fait et que l'attaque est terminée, on trouve un résidu insoluble formé de très minces lamelles chatoyantes, d'un gris noirâtre, rappelant beaucoup le graphite.

» Ce résidu, lavé à l'eau acidulée d'abord, puis à l'eau pure, jusqu'à élimination totale de toute trace d'étain, puis séché, offre le toucher gras de la plombagine et, comme elle, il tache les doigts et le papier. On ne sent, en le comprimant avec les doigts, aucune résistance révélant la présence d'un corps dur. Il n'est pas uniquement formé de platine et d'étain, mais renferme du chlore en quantités notables, ainsi que de l'oxygène et de l'hydrogène.

» Je n'ai pu réussir à isoler le chlorure pur; en effet, les lavages à l'eau chaude enlèvent d'une manière continue de l'acide chlorhydrique, formé par la décomposition progressive du chlorure platinostannique obtenu d'abord.

» Pour arriver à un composé défini, j'ai traité le produit, d'abord lavé à l'eau, par une solution chaude d'ammoniaque caustique étendue. On enlève ainsi rapidement tout le chlore combiné et l'on obtient un hydrate d'oxyde dont l'aspect est à peu près celui du chlorure, avec une teinte légèrement brunâtre.

» Séché dans le vide, au-dessus de l'acide sulfurique, il a donné des résultats qui conduisent à la formule $Pt^2 Sn^3 O^4 H^2$. Réduit par l'hydrogène, il laisse un alliage pulvérulent, blanc grisâtre, très peu fusible, dont la composition répond à la formule $Pt^2 Sn^3$. C'est celle de l'alliage décrit par MM. H. Sainte-Claire Deville et Debray, et obtenu par eux en dissolvant 1 partie de platine dans 6 parties d'étain, laissant refroidir lentement et enfin dissolvant l'excès d'étain dans l'acide chlorhydrique. Il est probable que pendant l'attaque à l'acide chlorhydrique, dans l'expérience de ces savants, les cristaux *volumineux* de l'alliage $Pt^2 Sn^3$, formés lentement au sein de l'étain fondu en excès, n'ont pu être convertis en chlorure que très superficiellement, ce qui explique les différences entre mes résultats et les leurs.

» Si l'on chauffe dans l'oxygène l'alliage $Pt^2 Sn^3$ pulvérulent, obtenu par la réduction du composé hydroxydé $Pt^2 Sn^3 O^4 H^2$, il se fixe au rouge sombre une quantité d'oxygène correspondant à un oxyde de la forme $Pt^2 Sn^3 O^3$; si l'étain s'était oxydé indépendamment de toute combinaison avec le pla-

tine, la dose d'oxygène fixée aurait dû être double. On peut répéter un grand nombre de fois ces alternatives d'oxydation et de réduction. La fixation d'oxygène est accompagnée d'un phénomène d'incandescence.

» J'ai dosé l'hydrogène de l'hydrate d'oxyde en chauffant ce dernier dans un courant d'oxygène sec ; il s'est aussitôt dégagé de l'eau qui a été recueillie et pesée; la masse est devenue un instant incandescente. Au lieu d'une perte de poids, j'ai constaté dans ce cas une augmentation.

» $5^{gr},7674$ d'hydrate d'oxyde ont fourni $0^{gr},120$ d'eau et $5^{gr},8433$ de résidu noir. Celui-ci réduit, par l'hydrogène, a donné $5^{gr},2724$ d'alliage, qui, oxydé de nouveau par l'oxygène au rouge sombre, a donné $5^{gr},608$ d'oxyde.

» Les $5^{gr},2724$ d'alliage contenaient $2^{gr},801$ de platine et $2^{gr},471$ d'étain.

» Il résulte de là que, dans la première oxydation de l'hydrate d'oxyde, l'eau enlevée est remplacée par de l'oxygène et l'on obtient un oxyde $Pt^2Sn^3O^4$. Celui-ci, réduit par l'hydrogène et oxydé à nouveau, ne donne plus que l'oxyde $Pt^2Sn^3O^3$.

» Les composés stannoplatiniques ($Pt^2Sn^3$, $Pt^2Sn^3O^3$, $Pt^2Sn^3O^4H^2$, ...) sont doués à un haut degré du pouvoir catalytique du platine divisé, bien que leur constitution physique (minces lamelles) ne permette pas d'invoquer la porosité. L'hydrate d'oxyde s'échauffe beaucoup au contact de l'hydrogène; l'alcool est promptement oxydé et converti en aldéhyde. Le chlore agissant sur l'alliage pulvérulent obtenu par réduction de l'oxyde donne lieu à un grand dégagement de chaleur; il distille du bichlorure d'étain.

» Il est facile de se rendre compte de la constitution de ces corps. Le groupe $Pt^2Sn^3$ peut être envisagé comme formé par un noyau hexatomique de 2 atomes de platine $\begin{array}{c}=Pt-Pt=\\ \diagdown\ \diagup\end{array}$, pouvant fixer 3 atomes tétratomiques d'étain $\begin{array}{c}=Sn=Pt-Pt=Sn=\\ \diagdown\ \diagup\\ Sn\\ \Vert\end{array}$, en formant un second groupe hexatomique.

L'oxyde définitif serait

$$\begin{array}{c}O\,Sn=Pt-Pt=Sn\,O\,;\\ \diagdown\ \diagup\\ Sn\,O\end{array}$$

l'hydrate d'oxyde serait

$$\begin{array}{c}O\,Sn=Pt-Pt=Sn\,O;\\ \diagdown\ \diagup\\ Sn\\ \diagup\ \diagdown\\ OH\quad OH\end{array}$$

tandis que l'oxyde $Pt^2Sn^3O^4$ pourrait être envisagé comme constitué par la formule

$$\begin{array}{c} OSn = Pt - Pt = SnO. \\ \diagdown \quad \diagup \\ Sn \\ \diagup \quad \diagdown \\ O - O \end{array}$$

» En traitant pendant longtemps par l'acide chlorhydrique très concentré et chaud le résidu laissé après dissolution de l'excès d'étain dans l'acide étendu, j'ai fini par obtenir un résidu qui contenait moins de 1 atome de platine. Il est probable qu'en continuant l'action on arriverait à éliminer la totalité de l'étain.

» Le chlorure stannoplatinique ne doit pas être complètement insoluble dans l'eau; en effet, la solution du protochlorure d'étain formée en attaquant l'alliage *primitif* par l'acide chlorhydrique étendu devient jaune au contact de l'air et renferme du platine dissous. »

CHIMIE. — *Détermination de la densité des vapeurs du chlorure de glucinium.* Note de MM. **L.-F. Nilson** et **Otto Pettersson**, présentée par M. Berthelot.

« Dans la séance de l'Académie du 23 février 1874, l'éminent chimiste dont nous déplorons la perte récente, M. Dumas, a rendu compte (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 536) d'un principe nouveau imaginé par Dulong pour prendre la densité des vapeurs des corps à point d'ébullition élevé. « L'illustre physicien se servait d'un ballon de capacité connue, plongé dans un bain à température connue. Ce ballon renfermait une très petite quantité de la substance, objet de l'expérience, dont le poids était connu. Il communiquait au moyen d'un tube capillaire très étroit avec un tube barométrique plongeant dans le mercure. »

» Ce principe ingénieux servit de base à la méthode de M. V. Meyer [1], qui fut modifiée par M. Crafts [2] et simplifiée par M. Schwarz [3]. Grâce à ces travaux, la détermination de la densité des vapeurs des corps volatils, même à des températures très élevées, devient moins compliquée. Cependant, M. Meyer lui-même n'a pas réussi dans ses expériences sur le chlorure

---

[1] *Berichte der deutschen Chemischen Gesellschaft*, t. XI, p. 2253.
[2] *Ibid.*, t. XIII, p. 851.
[3] *Ibid.*, t. XVI, p. 1051.

de glucinium, « parce que ce corps dégage un peu de chlore, même dans une atmosphère d'azote ([1]) ».

» Après avoir déterminé, il y a six ans, la chaleur atomique du glucinium à 5,8, conformément à la loi de Dulong, si le poids atomique $\overset{\text{III}}{\text{Gl}} = 13,65$, nous avons désiré dès lors soumettre ce résultat à l'épreuve de la loi d'Avogadro, en déterminant le poids moléculaire d'une combinaison volatile de ce métal. Ayant cherché inutilement à préparer l'éthyle et le méthyle de glucinium et ayant trouvé par l'expérience que le chlorure pur du métal, chauffé à 706°C. dans l'acide carbonique, est parfaitement stable et ne dégage pas de chlore, si l'air avec lequel il donne du chlore et de la glucine est complètement éliminé; nous avons réussi à lever finalement toutes les difficultés. Nous opérons au rouge faible la préparation du chlorure pur par le métal et l'acide chlorhydrique parfaitement desséché dans des tubes de platine, enveloppés de tubes de verre, ainsi que la volatilisation du chlorure, dans une atmosphère d'acide carbonique pur. En effet, la propriété qu'a le chlorure de corroder au rouge les vases de verre et de porcelaine nous a seule empêchés jusqu'ici d'appliquer le procédé de Dulong pour fixer le poids atomique du glucinium. Dans nos expériences, nous nous sommes servis du procédé de M. Schwarz, mais en le modifiant par l'emploi de deux manomètres à mercure, destinés à mesurer l'un l'acide carbonique, déplacé par le chlorure volatilisé, l'autre la température de l'expérience par un thermomètre à air, chauffé à côté du tube d'expérience et à la même température, tous les deux enveloppés de tubes de fer dans le fourneau de combustion, placé sur un support incliné.

» Nous nous bornerons ici à indiquer le résultat de nos expériences :

| Expériences. | Chlorure pesé. | Volume de $CO^2$ mesuré à 0° et 760mm. | Température d'après le thermomètre à air Celsius. | Densité trouvée. |
|---|---|---|---|---|
| | gr | cc | ° | |
| 1....... | 0,0465 | 5,340 | 490 | 6,7 (?) |
| 2....... | 0,0279 | 5,168 | 520 | 4,174 |
| 3....... | 0,0379 | 9,556 | 589 | 3,067 |
| 4....... | 0,0382 | 9,745 | 597 | 3,031 |
| 5....... | 0,0373 | 9,339 | 604 | 3,090 |
| 6....... | 0,0379 | 10,272 | 686 | 2,853 |
| 7....... | 0,0390 | 10,306 | 720 | 2,926 |
| 8....... | 0,0253 | 7,118 | 745 | 2,753 |
| 9....... | 0,0409 | 11,323 | 812 | 2,793 |

([1]) *Berichte der deutschen Chemischen Gesellschaft*, t. XIV, p. 1455.

» La densité du chlorure de glucinium se calcule pour :

| | | | Poids moléculaire. | Poids spécifique. |
|---|---|---|---|---|
| $\overset{I}{Gl}$ ........... | 4,55 | $GlCl$ .......... | 40 | 1,385 |
| $\overset{II}{Gl}$ ........... | 9,10 | $GlCl^2$ .......... | 80 | 2,770 |
| $\overset{III}{Gl}$ ........... | 13,65 | $GlCl^3$ .......... | 120 | 4,155 |
| » ........... | » | $Gl^2Cl^6$ ......... | 240 | 8,310 |

» Si l'on applique la loi d'Avogadro aux valeurs trouvées, la molécule du chlorure de glucinium est représentée par la formule $BeCl^2$ aux températures entre 686°C. et 812°C. Les valeurs plus grandes qu'on a trouvées aux températures inférieures dépendent de ce que le chlorure contient des agrégats moléculaires condensés et pas encore décomposés; ainsi, à 520°, la densité 4,174 correspond parfaitement aux molécules

$$(GlCl^3) = GlCl^2 + Gl^2Cl^4,$$

anomalie observée dans plusieurs autres cas aux températures inférieures, par exemple pour le bichlorure d'étain, selon les recherches de MM. Velleyer et Züblin ([1]).

» Pour ce qui concerne le poids atomique du glucinium, les lois de Dulong et d'Avogadro conduisent, selon nos recherches antérieures et celles que nous venons de faire, à des résultats tout à fait contraires, et c'est le premier cas connu pour un *élément métallique*. La loi d'Avogadro étant applicable sans exception à tous les corps volatils que nous connaissons, il faut donc admettre le poids atomique du glucinium, conformément à cette loi, $\overset{I}{Gl} = 9,1$, valeur qui s'accorde bien avec le système périodique des éléments. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le molybdate neutre de didyme et sur la valence du didyme.* Note de M. **Alph. Cossa**, présentée par M. Friedel.

« A la suite de recherches publiées en 1879, j'ai trouvé qu'on peut obtenir le tungstate neutre de didyme cristallisé en octaèdres quadratiques, que M. Q. Sella a démontré être isomorphes avec la scheelite et la stolzite. Cet isomorphisme fut également constaté sur les cristaux des tungstates mixtes

([1]) *Berichte der deutschen Chemischen Gesellschaft*, t. XIII, p. 811.

que j'avais obtenus en faisant cristalliser des mélanges en proportions variables des tungstates de didyme et de chaux.

» Ce fait (ou cette identité de forme) et la substitution fréquente de quantités petites et très variables de didyme au calcium et au plomb dans quelques minéraux (apatite, scheelite, pyromorphite, sphène), observée par moi et par d'autres chimistes, m'ont autorisé à indiquer la composition du tungstate de didyme par la formule $DiWO^4$ et à considérer le didyme comme un radical bivalent, comme le calcium et le plomb. Cette hypothèse est contraire à celle proposée par des chimistes éminents et maintenant généralement admise, d'après laquelle la composition de l'oxyde de didyme doit se représenter par la formule $Di^2O^3$. Je ne veux pas méconnaître l'importance des recherches et des considérations sur lesquelles se basent ces chimistes; toutefois, je ne crois pas que la détermination de la chaleur spécifique du métal sur laquelle s'appuie surtout la formule $Di^2O^3$ puisse, à elle seule, avoir assez de valeur pour infirmer l'hypothèse fondée sur l'isomorphisme parfait des quelques composés du didyme avec les composés correspondants du calcium et du plomb, dont les oxydes ont une composition qui est, sans contredit, représentée par la formule $M''O$.

» Par conséquent, j'ai cru intéressant de chercher à obtenir d'autres sels de didyme isomorphes avec les sels correspondants de chaux ou de plomb.

» Mes premières recherches eurent pour but la production du molybdate de didyme cristallisé, dans l'espoir de le trouver isomorphe avec la wulfénite. En partant de 10$^{kg}$ de cérite de Norvège, après de longues et fastidieuses opérations, bien connues des chimistes qui s'occupent des métaux de la cérite, j'ai pu obtenir à peu près 60$^{gr}$ d'un oxyde de didyme tout à fait exempt de lanthane et de métaux du groupe de l'yttria, et dont les différentes portions, obtenues par précipitation fractionnée et changées en sulfate, présentaient le même poids moléculaire. C'est avec cet oxyde que j'ai préparé le molybdate. Lorsqu'on mèle des solutions chaudes et moyennement concentrées de molybdate neutre de soude et de nitrate de didyme, on obtient un précipité amorphe qui se laisse très bien laver et qui, après calcination, présente la composition du molybdate neutre de didyme.

» 100 parties de ce molybdate ont donné :

| | |
|---|---|
| $DiO$ | 43,39 |
| $MO^3$ | 56,47 |
| | 99,86 |

» La théorie donnerait, pour $DiMoO^4$,

$$(O = 15,96;\ Mo = 95,9;\ Di = \tfrac{2}{3}145 = 96,6).$$

| | |
|---|---|
| DiO | 43,92 |
| $MoO^3$ | 56,08 |
| | 100,00 |

» Toutes les fois que j'ai cherché à obtenir le molybdate de didyme cristallisé par la fusion d'un mélange de sulfate de didyme, de molybdate de soude anhydre et de chlorure de sodium, je n'ai pas réussi. Au lieu du molybdate neutre, j'ai toujours obtenu des mélanges cristallisés de molybdates acide et basique de didyme, et un molybdate double de didyme et de soude. Après beaucoup de tâtonnements, j'ai pu avoir des cristaux bien purs de molybdate neutre de didyme par la simple fusion du molybdate amorphe à une température très élevée. Les culots obtenus présentaient toujours la composition du molybdate neutre de didyme; ils avaient une texture cristalline homogène et étaient parsemés de géodes tapissées de cristaux distincts qui avaient la même composition.

» Par des observations avec le microscope polarisant, j'ai pu constater dans ces cristaux l'existence d'un seul axe optique, et une symétrie quadratique. M. Q. Sella, qui s'intéressait à ces recherches, s'était chargé d'en déterminer les constantes cristallographiques. L'étude de ces cristaux, interrompue par la mort prématurée de l'illustre savant italien, fut reprise *ex novo*, sur d'autres échantillons, par mon bien cher confrère le professeur Ch. Friedel, pour lequel je professerai toujours la plus vive reconnaissance.

» Voici les résultats des mesures faites par lui :

» Les cristaux ne présentent que les faces de l'octaèdre $b^{\frac{1}{2}}$. Quoique très brillants, ils ont leurs faces arrondies, de sorte que les mesures ne sont pas tout à fait satisfaisantes.

» On a trouvé :

| | |
|---|---|
| $b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$ (par-dessus *m*, angle des normales) | 49°. 6′ |
| Le même angle pour la wulfénite est de | 48.25 |

» En partant de l'angle précédent, le calcul donne :

| | |
|---|---|
| Pour l'arête culminante | 80°. 3 |
| On a trouvé | 79 46 |
| Wulfénite | 80.20 |

» Pour établir sûrement l'isomorphisme du molybdate de didyme avec le molybdate de plomb, il était nécessaire de pouvoir le constater aussi sur des cristaux de molybdate mixte de didyme et de plomb.

» Les mesures prises sur des cristaux d'un molybdate mixte qui contenait 28,56 pour 100 de molybdate de plomb, et que j'ai préparé par la fusion du molybdate mixte amorphe obtenu par précipitation d'un mélange des nitrates de didyme et de plomb, donnèrent à M. Friedel les résultats suivants :

$b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}}$ (arête culminante) ............. 80°11',3

d'où l'on tire :

Pour l'angle par-dessus $m$ .............. 48°46'
Trouvé .............................. 49°5'

» J'achève cette Communication abrégée de mes études, en faisant remarquer que l'isomorphisme du molybdate de didyme avec le sel correspondant de plomb confirme les déductions sur la formule la plus probable de l'oxyde de didyme que j'avais tirées de mes premières recherches sur le tungstate de didyme. J'ai l'intention de continuer ces études sur d'autres combinaisons du didyme et sur les combinaisons homologues du cérium. »

CHIMIE. — *Sur les courbes de solubilité des sels.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. Cahours.

« On représente généralement la solubilité des sels par des courbes donnant la quantité de sel qui peut se dissoudre dans 100 parties d'eau. Aux courbes ainsi obtenues il m'a semblé commode, pour ce travail, de substituer celles qui expriment la quantité de sel anhydre contenu dans 100 parties en poids de solution. Dans ce mode de représentation des solubilités, tous les résultats sont compris entre 0° et 100°; les courbes sont plus susceptibles de comparaison et d'interprétation chimique, car elles donnent pour chaque température la composition centésimale de la liqueur, c'est-à-dire une analyse comparable, en tout point, aux analyses chimiques ordinaires, et permettant, comme pour ces dernières, de calculer rapidement les rapports existant entre le sel et l'eau de dissolution.

» Gay-Lussac, par la publication de ses courbes, a montré que la solubilité des sels pouvait se représenter tantôt par des lignes droites, tantôt

par des lignes courbes. Plus récemment, M. de Coppet, étudiant la solubilité des sels halogènes du potassium et du sodium, qui sont, comme on sait, capables de donner des hydrates, a admis que, lorsque ces sels se dissolvaient à des températures assez basses pour que l'hydrate puisse subsister en solution, la solubilité de cet hydrate était représentée par une ligne courbe; une droite, au contraire, représenterait la solubilité du sel anhydre.

» Depuis plusieurs mois, j'ai déterminé un grand nombre de solubilités des sels suivants :

» $CaCl^2$, $SrCl^2$, $BaCl^2$, $NiCl^2$, $COCl^2$, $MnCl^2$, $CnCl^2$, $CdCl^2$, $ZnCl^2$, $MgCl^2$, $FeCl^2$ - $CaBr^2$, $SrBr^2$, $BaBr^2$, $NiBr^2$, $COBr^2$, $FeBr^2$, $MnBr^2$, $MgBr^2$, $ZnBr^2$, $CdBr^2$ - $CaI^2$, $SrI^2$, $BaI^2$, $NiI^2$, $COI^2$, $FeI^2$, $MnI^2$, $ZnI^2$, $CdI^2$.

» Ce choix de sels permet d'établir des séries comparables. Les solubilités, aux diverses températures, ont été déterminées sur des sels purs et soigneusement neutralisés, les moindres quantités d'acide faisant varier beaucoup la solubilité. Toutes les précautions ont été prises pour éviter la sursaturation. C'est ainsi que les solutions saturées en présence d'un excès de sel cristallisé ont toujours été prises à la température la plus élevée à laquelle le thermomètre fût arrivé dans chaque cas. Une chute de température comporte toujours plus ou moins de sursaturation.

» Les solubilités ont été mesurées dans tous les cas en transformant un poids connu de solution saturée en liqueur titrée et en dosant par une liqueur d'argent. La méthode de dosage par dessiccation de la solution saturée entraîne presque toujours des erreurs graves, les sels devenant plus ou moins basiques ou s'altérant à l'air.

» Les chlorures, bromures et iodures perdent presque tous de l'acide par dessiccation, même à l'abri de l'air.

» Dans ces déterminations, il est un autre résultat que je me suis efforcé d'atteindre : c'est de prendre les solubilités entre des limites très étendues de température. On donne, d'ordinaire, la courbe de solubilité d'un sel entre $+15°$ et $+90°$, rarement entre $0°$ et $100°$, et avec un nombre très restreint de points. La solubilité des sels mentionnés plus haut a été prise à partir du point de congélation de leur solution saturée et, à l'aide d'un dispositif particulier que je décrirai prochainement, déterminée en vase clos jusqu'à $180°$ et au delà. Certaines de mes courbes représentent ainsi, expérimentalement, la solubilité entre $-25°$ et $+180°$, soit un intervalle de plus de $200°$.

» Je ferai connaître les courbes obtenues dans les conditions qui viennent d'être indiquées dans un Mémoire d'ensemble. Voici, en attendant, les observations qu'elles m'ont permis de faire.

» Quelle que soit la nature du sel employé, qu'on le connaisse dans l'air, sous la forme anhydre ou hydratée, sa solubilité dans un certain intervalle de température est toujours représentée par une droite faisant avec l'axe des températures un angle plus ou moins grand. Cette droite paraît représenter le phénomène normal de la solubilité pour un certain état d'équilibre entre l'eau et le sel dissous considéré à l'état anhydre ou hydraté. Mais, la température continuant à s'élever, il arrive un moment où l'équilibre primitif ne peut subsister : un nouvel état tend à s'établir et, pendant l'intervalle *plus ou moins grand* de température où ce changement s'opère, la droite est altérée; dans la ligne continue du phénomène, il se produit une inflexion. Mais, dès qu'un nouvel équilibre s'est établi, la solubilité, pour le nouvel état, redevient proportionnelle à la température, et l'on observe encore une droite faisant un angle particulier avec l'axe des $x$. La solubilité de tous les sels observés dans ce travail est finalement représentée par une ligne formée en général de deux droites *raccordées* par une courbure simple ou sinueuse. Dans certains cas (sels formant apparemment de nombreux hydrates), ces perturbations peuvent se produire deux fois. On conçoit aussi que les changements d'état de la solution se fassent lentement et que, dans les limites de l'observation, on n'obtienne qu'une *courbe* de perturbation. Toutefois je n'ai pu, dans mes expériences, ni dans les courbes publiées jusqu'à ce jour, observer aucun cas de ce genre.

» La plupart des sels hydratés dont les courbes figurent dans les livres classiques perdent leur eau entre $+20^{\circ}$ et $+100^{\circ}$. Or, comme les courbes de solubilité n'ont été prises qu'entre ces limites, où un changement d'état correspondant à celui qui se fait dans l'air peut se produire dans la solution, il n'est pas surprenant que la solubilité de ces sels soit représentée par une ligne simple, droite ou courbe, car on n'observe que la partie du phénomène où il se produit une perturbation. En résumé, la solubilité des sels que j'ai examinés, et de tous ceux dont la courbe de solubilité a été prise, par les auteurs, dans des limites suffisantes de température, est proportionnelle à la température; elle peut se représenter par une ou plusieurs droites raccordées par des courbures représentant des perturbations passagères.

» Il paraît certain que les perturbations que je signale d'une façon générale dans les courbes de solubilité sont dues, comme cela a lieu pour le

sulfate de soude, à des changements dans l'hydratation du sel dissous. Je reviendrai très prochainement sur ce point. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *De l'écorce de Bois piquant et de sa composition chimique*. Note de MM. **Heckel** et **Fr. Schlagdenhauffen**, présentée par M. Ad. Chatin.

« Depuis quelques années, la médication fébrifuge s'est enrichie d'un produit exotique qui, jusqu'ici resté à l'état de simple curiosité, semble entrer de plus en plus dans la pratique médicale, au moins dans certaines localités du midi de la France, et en particulier à Marseille. C'est ce qui nous a engagés à en reprendre l'étude. Il s'agit d'une écorce qui, sous les noms de *Clavalier jaune ou épineux* des Antilles, de *Bois piquant* de Cayenne, et fournie par les *Zanthoxylum Caribæum* Lk., et *Z. Perrottetii* D.-C., est depuis longtemps communément employée comme fébrifuge, parfois supérieur à la quinine, par les médecins des Antilles et de la Guyane. Elle a été étudiée déjà par Virey, Pelletier, Chevalier et Dyson-Perrins. Sous le nom de *Z. Perrottetii*, il ne faut voir qu'une simple variété propre à la Guyane, et probablement à tout le littoral du continent sud-américain, de l'espèce *Z. Caribæum* des Antilles. Quant au *Z. Clava Herculis* L., que les auteurs de matière médicale confondent volontiers pour les propriétés avec les deux premiers, il n'existe ni aux Antilles ni à la Guyane et doit en être distingué pour bien des raisons. Notre étude a porté spécialement sur la variété propre à la Guyane, dont nous avons pu avoir une quantité suffisante d'écorces et des spécimens botaniques, grâce à l'extrême bienveillance de M. Sauvaire, pharmacien de la Marine, chef du service pharmaceutique à Cayenne, que nous ne saurions trop remercier ici. Cette écorce répond parfaitement à la description qu'en donne Guibourt (*Histoire naturelle des Drogues simples*, 6e édit.), pour le *Z. Caribæum* (qu'il mêle à tort avec le *Z. Clava Herculis*); il y a donc lieu de les confondre à ce point de vue comme eu égard à leur origine. Sa structure anatomique est telle qu'on ne saurait en aucune façon lui substituer, après cet examen, la véritable *Angusture* avec laquelle elle présente des ressemblances extérieures incontestables qui ont fait souvent confondre ces deux produits, fort dissemblables cependant par leurs propriétés, bien qu'ils proviennent de deux arbres de la même famille.

» En laissant macérer l'écorce dans l'eau pendant un certain temps, on

obtient un liquide jaune, amer, à réaction légèrement acide, qui brunit au contact du chlorure ferrique. Il précipite abondamment en jaune plus ou moins foncé en présence du chlorure mercurique, du chlorure stanneux, du tannin, de l'acide picrique, des iodures doubles et de l'acide phosphomolybdique. L'acétate de plomb n'y produit qu'un faible louche. Le mélange de cyanure rouge et de chlorure ferrique y fait naître un précipité volumineux de bleu de Prusse. L'acide azotique colore la solution en rouge vif.

» Soumise à l'extraction continue au moyen de l'*éther de pétrole* ou de l'éther ordinaire, l'écorce cède à ces véhicules une quantité considérable de chlorophylle, de corps gras et de cire, en même temps qu'un produit *cristallin* qu'on obtient également par l'épuisement à l'aide de l'alcool. Convenablement purifié, ce corps se présente sous forme d'aiguilles incolores. Il ne se colore pas au contact des acides sulfurique, nitrique et chlorhydrique concentrés. Il fond à la température de 285°. Sa composition élémentaire est représentée par la formule $C^{12}H^{24}O$.

» En reprenant par l'eau l'extrait alcoolique débarrassé de ces cristaux et traitant la solution par la chaux, évaporant à siccité, enfin reprenant la masse par l'alcool bouillant, on obtient un autre produit cristallisé, jouissant de toutes les propriétés des alcaloïdes végétaux. Il est azoté et brûle sans résidu sur la lame de platine. L'acide azotique le colore en rouge vif. La solution nitrique évaporée au bain-marie, traitée par une goutte de chlorure stanneux, ne se colore pas en violet comme la brucine. Les acides sulfurique et chlorhydrique sont sans action sur lui. L'acide sulfurique concentré, mélangé de bichromate de potasse, de bioxyde de manganèse ou d'oxyde puce, donne naissance à une coloration violette analogue à celle de la strychnine additionnée d'une trace de sélénium; l'acide sulfurique concentré le colore en bleu. Une solution alcoolique de brome fournit une coloration bleu foncé qui se maintient fort longtemps [1].

» La solution aqueuse de cet alcaloïde, injectée par voie hypodermique à la dose de $0^{gr},005$ à une grenouille de taille moyenne, produit rapidement une paralysie générale : les fonctions respiratoire et circulatoire cessent, et la mort survient au bout d'une demi-heure. Les cobayes et les lapins soumis au même traitement succombent dans des conditions identiques.

---

[1] Cet alcaloïde étant en très faible quantité dans les écorces, nous n'avons pu jusqu'ici en isoler une masse suffisante pour en faire l'analyse élémentaire. Nous en donnerons la formule ultérieurement.

» Indépendamment de l'alcaloïde cristallisé, nous en avons extrait une substance d'aspect résineux, soluble dans l'eau, azotée, jouissant, comme la première, des caractères chimiques des alcaloïdes. Mais, si elle en diffère par les propriétés physiques, elle s'en rapproche par son action physiologique, puisqu'elle produit, aux mêmes doses, des effets analogues.

» Vainement nous avons cherché dans l'écorce la présence de la xanthopicrite, principe amer caractérisé par ses aiguilles jaunes d'or, découvert par Pelletier et Chevalier, et qui, d'après Dyson-Perrins, ne serait autre chose que de la berbérine. Nous pensons que très probablement cette xanthopicrite, dont l'analyse n'est indiquée dans aucun Mémoire y ayant trait, ou cette prétendue berbérine, n'est qu'un mélange de la matière colorante amère et du premier composé cristallin blanc, très difficile d'ailleurs à purifier, dont nous avons parlé en premier lieu dans cette Note. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la stérilisation des liquides au moyen de la marmite de Papin.* Note de M. L. **Heydenreich.**

« Malgré les avantages que présente la marmite de Papin, comme moyen de stérilisation des liquides nutritifs destinés à la culture des microbes, on a cessé, surtout en Allemagne, de l'utiliser pour cet usage, à la suite d'expériences dans lesquelles MM. Koch, Gaffky, Loeffler [1], Wolfhugel, etc. [2], ont relevé des différences de température d'à peu près 40°, après une demi-heure de contact entre le liquide et le bain de vapeur dans lequel il était plongé.

» Le principe de Watt paraît pourtant devoir assurer la distillation régulière de la partie chaude à la partie froide, et par conséquent l'uniformisation assez rapide des températures; mais on sait qu'il n'est applicable qu'aux milieux où la vapeur existe seule. Quand il y a de l'air, la seule condition d'équilibre à laquelle soit assujetti le mélange est que la tension de la vapeur en un point quelconque soit au plus égale à la tension maximum qui convient à la température de ce point. Dans un pareil mélange, l'équilibre des pressions ne s'accompagnant pas nécessairement de l'égalité de la température, celle-ci peut théoriquement être très différente dans les divers points.

» Ce raisonnement m'a conduit à penser que les résultats si singuliers

---

[1] *Mittheil. d. Kaiserl. Gesundheitsamtes*, 1881, Bd. 1.
[2] *Ibid.*, 1884, Bd. 2.

obtenus par MM. Koch, Gaffky et Loeffler tenaient peut-être à ce que l'air n'avait pas été chassé de l'appareil de chauffage, et, pour vérifier cette induction, j'ai fait les expériences suivantes :

» Dans une marmite de Papin mesurant $0^m,35$ de diamètre, $0^m,45$ de profondeur et renfermant $0^m,09$ de hauteur d'eau, j'ai placé à quelques centimètres au-dessus de l'eau un vase cylindrique de fer-blanc, ouvert par le haut, fermé par le bas, dans lequel je mettais un ballon porté sur un valet de paille et renfermant $2^{lit}$ d'eau. La marmite fermée par son couvercle et chauffée à 120°, la chemise d'air comprise entre le ballon et les parois du vase en fer-blanc devait en grande partie rester en place, maintenue par sa densité dans l'atmosphère plus riche en vapeur qui se formait au-dessus d'elle. Deux thermomètres à maxima étaient placés dans des conditions aussi identiques que possible à la même hauteur, l'un à l'extérieur du vase de fer-blanc, l'autre au fond de ce vase à son intérieur; un troisième thermomètre plongeait dans l'eau du ballon. Or, le premier étant à 120° depuis un quart d'heure, le second ne marquait que 87°, 5, et l'eau du ballon n'était pas encore montée à 50°.

» En répétant la même expérience, après avoir ouvert pendant trois minutes la soupape d'évacuation lorsque l'eau était en ébullition sous la pression ordinaire, la température du liquide ne montait qu'à 60°, la marmite étant depuis un quart d'heure à 120°.

» On n'avait donc pas évacué complètement encore l'air du vase cylindrique, qui ne pouvait disparaître en effet que par entraînement latéral; ce qui le prouve, c'est qu'en perçant six trous au fond du vase, de façon à balayer l'air de bas en haut, l'eau du ballon est montée dans les mêmes conditions à 119°, 8.

» Enfin, en refermant avec quelques doubles de papier les ouvertures faites, on transforme de nouveau le vase, ouvert à ses deux extrémités, de l'expérience précédente en un vase fermé par le bas, où l'air reste stagnant, et la température de l'eau retombe à moins de 50°, après un quart d'heure de chauffage à 120°.

» Ces différences de température sont tout à fait analogues, et même en certains cas supérieures à celles qui ont été relevées dans les expériences que nous citions plus haut : c'est ce qu'expliquent suffisamment les différences dans les dispositifs adoptés.

» Dans tous les cas, elles prouvent que, dans le chauffage au moyen de la marmite de Papin, il est nécessaire d'évacuer tout l'air.

» Soixante-dix expériences faites dans ces conditions m'ont conduit

aux conclusions suivantes, dont l'importance pratique n'a pas besoin d'être démontrée :

» La marmite étant chauffée à 120°, après expulsion de l'air, et la pression de l'air étant par conséquent dans tous les points de $2^{atm}$, il faut, pour porter à 120° de l'eau introduite dans la marmite à la température ordinaire :

» Dix minutes lorsque l'eau remplit un ballon de $1^{lit}$;

» Cinq minutes lorsque l'eau remplit un ballon de $0^{lit},5$;

» Deux minutes environ lorsque l'eau est, en volume, de moins de $200^{cc}$.

» En se tenant dans ces limites, on peut être sûr de l'égalité de température entre un liquide et une enceinte chauffée par la vapeur à 120°, et la marmite de Papin devient, dans ces conditions, un appareil précieux dont le fonctionnement est aussi rapide que sûr [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur les spicules siliceux d'éponges vivantes.* Note de M. **J. Thoulet**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Ces spicules proviennent d'éponges recueillies dans les dragages exécutés pendant la dernière campagne du *Talisman*, et je les tiens de l'obligeance de M. A. Milne-Edwards; ils sont obtenus par le traitement d'éponges siliceuses au moyen de l'acide chlorhydrique.

» L'échantillon que je possède est composé de deux sortes de spicules; les premiers sont en filaments aciculaires d'un blanc soyeux, longs de $0^m,15$ à $0^m,20$, leur diamètre varie de $5^{mm}$ à $1^{mm}$ environ, et ils vont en s'effilant d'une extrémité à l'autre, de façon à constituer de véritables cônes extrêmement allongés. Ils sont traversés dans toute leur longueur par un fin canal très régulier, ayant en général moins de $1^{mm}$ de diamètre. Ces fils sont assez élastiques pour pouvoir être tournés en boucles de $2^{mm}$ ou $3^{mm}$ de diamètre; quand on les brise et qu'on les examine au microscope, on distingue sur la cassure qu'ils sont formés d'enveloppes successives emboîtées les unes dans les autres et remarquablement plus nombreuses aux extrémités larges qu'aux extrémités fines, comme si le spicule, à mesure qu'il s'allongeait, devenait plus gros à son extrémité basilaire par suite de son enveloppement par de nouvelles couches. Entre les nicols croisés, au microscope, ces spicules sont isotropes.

(1) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. le Professeur Duclaux.

» La seconde variété de spicules est en étoiles à cinq branches divergeant d'un centre et dans des plans différents; leur diamètre est inférieur à celui des spicules aciculaires.

» Chauffés à l'air sur un couvercle de creuset en platine et à la flamme d'un bec Bunsen, ces spicules décrépitent vivement et les fragments sont projetés hors du couvercle. Si l'on calcine au rouge sombre dans un creuset de platine couvert, les fragments blanchissent, deviennent opaques à la façon du gypse chauffé au chalumeau, mais conservent leur forme. Afin de doser l'eau contenue, on a chauffé au rouge pendant dix minutes : la perte de poids a été de 13,18 pour 100 pour les spicules aciculaires, et de 12,86 pour 100 pour les spicules étoilés. Les opales perdent par la calcination de 3 à 9 pour 100 et quelquefois 21 pour 100 et se comportent de même, de sorte que les spicules peuvent être considérés comme ayant la composition d'une opale dont la teneur en eau dépasse un peu la moyenne.

» La densité, corrigée par suite de la présence du tube capillaire intérieur, a été mesurée par flottaison à 16°,5 dans la liqueur d'iodures et trouvée égale à 2,0361; elle est donc la même que celle de l'opale.

» Ces spicules sont très attaquables par les divers agents chimiques ayant une action sur la silice, de sorte qu'ils doivent présenter une facilité remarquable à rentrer en dissolution dans les eaux de la mer après la mort de l'animal. Afin de me rendre compte de leur composition, j'ai traité selon la méthode Boricky, par l'acide fluorhydrique pur, une petite quantité de ces spicules préalablement soumis à l'ébullition dans l'acide azotique étendu, puis lavés à plusieurs reprises dans l'eau bouillante et enfin calcinés. Les spicules étaient noyés dans une goutte d'acide fluorhydrique déposée sur une lame de verre recouverte d'une couche de baume de Canada durci. L'évaporation s'est faite lentement et la préparation, examinée au microscope, a permis d'apercevoir qu'il ne restait aucun résidu. Les spicules sont donc constitués par de la silice pure. Si les spicules n'ont point été calcinés, mais ont été simplement lavés, et si on leur fait ensuite subir le même traitement, ils laissent toujours, par évaporation, un résidu d'hydrofluosilicate de soude en cristaux prismatiques hexagonaux, dont on ne peut guère expliquer l'origine qu'en supposant l'existence de traces d'eau de mer dans le petit tube intérieur de chaque spicule. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'*Orbulina universa, *d'Orb.* Note de M. C. SCHLUMBERGER, présentée par M. A. Gaudry.

« Plusieurs naturalistes se sont déjà occupés des relations génériques qui paraissent exister entre les *Orbulina* et les *Globigerina*, si abondamment répandus dans nos mers actuelles.

» M. de Pourtalès a, le premier [1], signalé dans l'intérieur des Orbulines draguées dans le gulfstream la présence d'une Globigérine.

» Le Dr A. Krohn [2] a fait la même observation sur des Orbulines vivantes pêchées à Madère.

» Ces deux observateurs en avaient conclu que l'Orbuline donne naissance à une Globigérine qui, en grandissant, finit par briser la sphère qui l'enveloppe et s'en échappe pour continuer une vie indépendante.

» Carpenter, dans son Ouvrage classique sur les Foraminifères [3], combat cette opinion par une série d'arguments irréfutables et conserve les deux genres *Orbulina* et *Globigerina* créés par d'Orbigny.

» De nouvelles recherches sur l'embryogénie des Foraminifères m'ont conduit à interpréter les faits observés d'une manière toute différente de celle qu'on avait cru pouvoir admettre.

» En examinant les sables d'un dragage profond ($4255^m$), exécuté par le *Talisman* aux îles Canaries, j'ai trouvé un grand nombre d'Orbulines de toutes dimensions, assez pures pour que, préalablement imbibées de chloroforme et plongées dans le baume du Canada, elles devinssent tout à fait transparentes.

» On observe alors que, parmi les plus petites, n'ayant que $320^{\mu}$ de diamètre, et parmi celles de taille moyenne, les unes sont vides et que d'autres ont leur cavité occupée en partie ou entièrement par une succession de loges globuleuses, disposées en spire trochiforme, comme celles de certaines Globigérines.

» Les grandes Orbulines, atteignant près de $1^{mm}$ en diamètre, sont presque toujours vides.

» On distingue plus facilement ces loges internes après l'ablation d'une portion de l'Orbuline (*fig.* 2) ou en les isolant complètement de leur en-

---

(1) *Silliman's Journ.*, 1858; *Ann. of nat. Hist.*, 1858 (*in* Carpenter).

(2) *Annals of nat. Hist.*, vol. VII, p. 306; 1861 (*in* Carpenter).

(3) *Introduction to the study of Foram.*, 1862.

veloppe. On constate alors que leur plasmostracum, extrêmement mince, est percé de perforations espacées; les loges des deux premiers tours de la spire sont lisses; les loges suivantes portent de fines épines clairsemées,

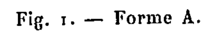
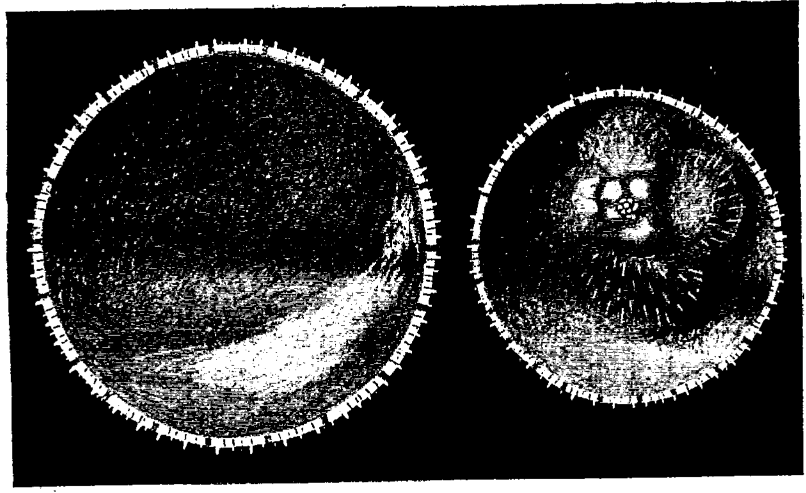


Fig. 1. — Forme A. Fig. 2. — Forme B.



*Orbulina universa*, d'Orb. — Grossissement : $\frac{70}{1}$.

qui, sur les dernières, se prolongent jusqu'à la paroi intérieure de l'Orbuline où elles se fixent [1]. Ces loges communiquent entre elles et avec l'intérieur de l'Orbuline par une petite ouverture semi-lunaire, située en dessous et contre le retour de la spire. Dans les plus grandes Orbulines, la spire ne comprend au maximum que seize loges.

» Or, toutes les Globigérines, comme l'a fait remarquer Carpenter, même dans leur jeune âge, ont un plasmostracum relativement épais, des perforations très rapprochées, une ou plusieurs ouvertures entamant largement les loges et un extérieur rugueux, par suite du grand nombre d'épines qui garnissent sa surface. Il n'y a donc entre les loges internes des Orbulines et les Globigérines qu'une ressemblance de forme.

» D'autre part, on trouve beaucoup de petites Orbulines dans lesquelles la dernière ou les deux dernières loges internes sont en saillie sur la sphère, mais alors ces protubérances sont entourées par un plasmostracum aussi épais que le reste de l'enveloppe. Les loges internes ne quittent donc pas l'Orbuline; d'ailleurs, s'il en était ainsi, on ne devrait jamais rencontrer de grandes Orbulines vides.

---

[1] Ce fait avait été reconnu par M. Pourtalès (*loc. cit.*).

» De ces faits on ne peut tirer qu'une conséquence logique : c'est qu'on se trouve en présence d'un cas de dimorphisme analogue à ceux que nous avons déjà signalés, M. Munier-Chalmas et moi, dans les Nummulites ([1]), les Miliolidées ([2]) et dans beaucoup d'autres genres de Foraminifères perforés et imperforés ([3]).

» La loge unique de l'*Orbulina* est l'homologue de la loge initiale des autres Foraminifères : lorsqu'elle reste vide, elle est de la forme A (*fig.* 1); avec la série de loges internes, elle est de la forme B (*fig.* 2).

» Mais il importe de remarquer que, puisqu'on rencontre dans les Orbulines, d'une part de grands individus vides, d'autre part de petits individus, les uns vides, les autres avec des loges internes, on ne peut plus admettre ici, comme nous l'avions indiqué pour les Miliolidées (*loc. cit.*), une résorption de la grande loge embryonnaire.

» L'exemple des Orbulines milite en faveur de notre première hypothèse et paraît démontrer que le dimorphisme des Foraminifères est un caractère initial, le résultat de deux formes originaires. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur le foie des Velelles.* Note de M. **Bedot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est le résultat de recherches histologiques sur les Velelles. Les auteurs qui ont étudié ces animaux se sont accordés à décrire comme un foie l'organe de couleur foncée qui fait saillie dans l'excavation du pneumatocyste, et forme une sorte de toit au-dessus du gastérozoïde central. Cependant, si les fonctions hépatiques existent, elles ne sont réparties qu'à une petite portion de cet organe. Dans la structure du foie, on rencontre essentiellement la même composition que dans la partie de l'animal à laquelle sont attachés les différents organes, et que nous nommerons *le plancher*. A l'extérieur se trouve un ectoderme renfermant des nématocystes; au-dessus, deux lamelles anhistes, séparées seulement, de place en place, par les nombreux canaux qui rayonnent à partir du foie. Ces lamelles sont recouvertes par une couche cellulaire semblable à l'ectoderme, mais dépourvue de cellules

---

([1]) *Bull. de la Soc. géolog. de France*, 3e série, t. VIII, p. 300.

([2]) *Comptes rendus*, p. 862 et 1598; 1883.

([3]) *Feuille des jeunes Natural.*, 14e année; *Congrès de Rouen*, p. 520; 1883.

urticantes et accolée au pneumatocyste. Au milieu du plancher des Velelles les deux lamelles anhistes sont séparées l'une de l'autre par une masse volumineuse de cnidoblastes. Cette masse forme la partie principale de ce que l'on est convenu d'appeler le *foie*. Elle est recouverte par les canaux, qui, dans cette partie du plancher, offrent quelques particularités importantes. En premier lieu, ils sont pressés les uns contre les autres de manière à séparer complètement les cnidoblastes de la lamelle anhiste supérieure. Ils possèdent une enveloppe homogène à l'intérieur de laquelle se trouve une couche de cellules qui sont de deux sortes : 1° de petites cellules parfaitement rondes, lâchement unies les unes aux autres, se trouvant dans la partie supérieure des canaux, au voisinage de la lamelle anhiste; 2° de grosses cellules dont les contours sont peu nets, et qui sont séparées les unes des autres par une quantité de corpuscules noirs ou verdâtres. Ce sont ces corpuscules qui donnent à toute cette partie du plancher la couleur sombre que l'on connaît et qui lui a valu le nom de *foie*. Au-dessous de la masse de cnidoblastes, on rencontre encore quelques canaux, mais ils ne renferment que rarement des corpuscules noirs. Ils sont accolés à la lamelle anhiste inférieure, et ne sont pas pressés les uns contre les autres comme ceux de la partie supérieure. Tous ces canaux s'anastomosent entre eux en traversant souvent la masse de cnidoblastes.

» On peut se demander quel est le rôle physiologique de ces cnidoblastes ainsi placés dans un endroit intérieur d'où ils ne semblent pas pouvoir servir à la défense. Or, il résulte de mes observations que cet organe n'est, à tout prendre, que le lieu de formation des cnidoblastes. En effet, la lamelle anhiste inférieure est percée de nombreuses ouvertures, à travers lesquelles les cellules urticantes pénètrent dans l'ectoderme. Des coupes microscopiques du foie montrent bien nettement que ces orifices sont toujours remplis de cnidoblastes dont la plupart sont à l'état de maturité, et qui ont l'air de faire irruption dans l'ectoderme.

» Les corpuscules noirs qui se trouvent dans les canaux dont je viens de parler se rencontrent aussi, en très petit nombre il est vrai, dans les parois du gastérozoïde central. Il est probable qu'ils ont une certaine analogie avec ceux que l'on trouve dans les canaux du limbe de ces animaux.

» D'après les résultats que je viens de faire connaître, et que j'aurai l'occasion d'exposer plus en détail prochainement, il est évident qu'on ne peut pas considérer comme un organe hépatique cette partie renflée du plancher des Velelles, et que, si l'on veut conserver cette dénomination en

raison des corpuscules noirs qu'on y rencontre, on doit la restreindre à la partie supérieure de l'organe que les auteurs ont pris pour un foie [1]. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'action de la chaleur sur les phénomènes de végétation*. Note de M. A. BARTHÉLEMY. (Extrait.)

« 1° *Action de la chaleur sur le développement et la direction des racines.* — Dans les plantes terrestres, la direction des racines adventives est soumise à des influences diverses qui proviennent des différences de température, d'humidité et de richesse nutritive du sol à ses diverses profondeurs.

» Pour éliminer ces influences, de façon à ne faire agir que la température, je me suis adressé aux racines adventives qui se développent dans l'eau, et principalement à celles des plantes à oignons qui végètent pendant l'hiver dans les appartements.

» J'ai disposé en cercle, autour d'un tuyau de poêle, des jacinthes végétant dans des vases séparés. Les racines se dirigent presque horizontalement vers le tuyau, comme vers un centre commun d'attraction. Les feuilles, au contraire, se dirigent vers une fenêtre, qui donne une vive lumière.

» J'ai partagé une cuve à eau, de petites dimensions, en deux parties, par une glace verticale; dans un compartiment sont disposées des jacinthes qui surnagent à l'aide de flotteurs en liège, tandis que l'autre compartiment contient de l'eau chaude, que l'on renouvelle plusieurs fois par jour. Les racines se dirigent du côté de la cloison de séparation, contre laquelle elles viennent s'appliquer.

» Il arrive souvent qu'une seule racine, très grosse, sorte ainsi de l'oignon, pour suivre la même direction.

» En colorant l'eau avec de la teinture de tournesol ou du noir de fumée, le phénomène est beaucoup moins apparent, soit que la conductibilité de l'eau soit ainsi augmentée, ce qui rend la distribution de la température autour de la racine plus uniforme; soit que la *diathermanéité* du liquide soit amoindrie, ce qui empêche l'action des rayons directs sur les racines.

» Je ferai remarquer que ce sont là des phénomènes d'accroissement qui

---

[1] Ces recherches ont été faites dans le laboratoire d'Embryologie de l'Université de Genève.

ne doivent pas être confondus avec les effets d'une *faculté motrice*, comme on l'a fait trop souvent dans ces dernières années ([1]).

» 2° *De la chaleur dans les phénomènes d'héliotropisme.* — Au mois de juillet 1881, j'ai eu l'occasion d'observer le fait suivant : Un faisceau de rayons solaires frappait, à travers une ouverture d'un arbre très touffu, un massif de *Dipsacus ferox* que je cultivais pour mes expériences sur la tension végétale. Un certain nombre de ces plantes étaient frappées successivement vers leur capitule terminal qui s'inclinait du côté de l'ouverture donnant accès au soleil. La tige, au-dessus du capitule, était devenue flasque et ridée et retombait, quand on la soulevait, du côté du soleil. Après la disparition du rayon solaire, le capitule se redressait rapidement, surtout quand on arrosait abondamment les racines.

» Il était difficile de ne pas voir là un simple phénomène d'évaporation, faisant varier rapidement la tension à la région frappée par le soleil.

» Depuis, j'ai répété cette expérience de manière à en faire une véritable expérience de Cours.

» Sur un *Dipsacus* élevé en vase et placé dans une chambre obscure, on fait tomber, directement ou avec un porte-lumière, un faisceau de rayons solaires : la tige s'incline rapidement et commence à se relever comme un ressort dès qu'on écarte le rayon de lumière et qu'on arrose les racines. »

GÉOLOGIE. — *Dépôts de mer et d'eau douce au point de vue agronomique, suivant qu'ils sont ou ne sont pas sulfurés : alluvions de la Durance. — Relation avec les phosphates.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« Dans les recherches de Géologie chimique que je poursuis d'après un plan arrêté à l'avance, je viens d'achever l'étude de la diffusion du phosphore. Ces recherches ont confirmé et généralisé les indications et les faits formulés par un grand nombre de savants, notamment par M. Daubrée, que les combinaisons du phosphore étaient très répandues dans la nature; mais ces mêmes recherches m'ont conduit à un certain nombre de conclusions nouvelles : d'abord, établissement du fait de la concentration relative des phosphates dans certains horizons géologiques où jusqu'ici on n'avait pas soupçonné leur présence, au moins en quantités sensibles; en-

---

([1]) Voir mon Mémoire sur les *Mouvements des plantes* dans *Lamarck, Darwin et leurs successeurs*, etc. Société de Toulouse, 1883.

suite, conséquences nouvelles auxquelles je suis arrivé au point de vue de l'origine des phosphates.

» J'ai déjà indiqué (*Comptes rendus*, t. XCVIII) que cette concentration se montrait dans trois horizons principaux : dans les calcaires marbres de la période primaire, dans les calcaires bitumineux et dans les calcaires dolomitiques. Il faut bien remarquer que les calcaires formant ces trois divisions sont très loin de ne constituer que chacun un seul horizon au point de vue de l'âge, qu'on retrouve, en particulier, des calcaires bitumineux et des calcaires dolomitiques dans une grande partie des terrains sédimentaires; il en résulte que la concentration relative des phosphates dans ces sortes de dépôts n'est ni un fait accessoire, ni surtout un fait postérieur à la formation des terrains, mais qu'il est, au contraire, intimement lié aux phénomènes mêmes de la sédimentation, ou plus généralement aux phénomènes qui ont présidé à la formation des dépôts renfermant ces phosphates. Il est à peine besoin de dire que ces phénomènes sont très complexes; il y a plus même, les actions géologiques et les réactions chimiques qui ont amené la concentration relative des phosphates dans ces très grands ordres de dépôts sont loin d'être les mêmes pour chacun des trois groupes. Je suis maintenant en mesure d'aborder par parties successives les complexes problèmes relatifs à l'origine et à la concentration des phosphates. J'examine aujourd'hui un cas spécial qui peut sembler presque étranger à la question des phosphates, mais qui s'y rattache au contraire directement; il a, du reste, par lui-même, une grande importance au point de vue de l'agriculture directe.

» C'est un fait général partout admis que les vases déposées par les débordements des fleuves et des rivières constituent un élément toujours réel et souvent puissant de fertilité. Quand il s'agit de ces questions, le Nil se présente immédiatement à l'esprit. Toutefois, il n'en est pas toujours ainsi, au moins directement comme pour le Nil. En particulier, les alluvions de la Durance que j'ai étudiées sous toutes leurs formes sont, pendant un temps plus ou moins long, complètement stériles, et, point beaucoup plus grave, elles communiquent leur stérilité aux terres qu'elles recouvrent, celles-ci fussent-elles avant l'inondation des terres de premier ordre. Ce qu'il y a là de plus singulier encore, c'est que l'analyse complète de ces alluvions m'a montré que non seulement elles renfermaient des phosphates en quantités très suffisantes, mais qu'elles contenaient toutes les autres substances *minérales* et *organiques* nécessaires à la végétation. Enfin, autre singularité, si on laisse ces alluvions, même sans y toucher, elles deviennent

d'excellentes terres végétales au bout d'un temps plus ou moins long. Voici l'explication de ces anomalies et les conséquences qu'elle entraîne.

» L'analyse chimique des alluvions de la Durance m'a permis de reconnaître immédiatement que ces dépôts sont *très sulfurés*, et l'étude géologique des terrains constituant le bassin de cette rivière m'a montré quelle était la cause de cette sulfuration. Ces alluvions sont sulfurées parce que, pour les $\frac{8}{10}$ au moins, leur masse est empruntée à des montagnes calcaires dont les assises, examinées en détail, se montrent pénétrées de sulfure de fer à l'état de véritable dissémination. Quand l'action de l'air a été suffisamment prolongée, ces sulfures s'oxydent, et le résultat est la formation d'acide sulfurique, qui rend momentanément les dépôts acides, favorise la séparation des phosphates, et finalement (les alluvions étant riches en calcaire) produit du gypse.

» Du moment où les alluvions de la Durance sont sulfurées, elles sont nécessairement stériles, car, à part quelques cas plus apparents même que réels, l'oxygène est aussi indispensable à la germination et au développement des plantes qu'à la respiration des animaux, et l'oxygène sera absorbé par la terre aussi longtemps qu'elle restera imprégnée de principes sulfurés. Si, d'un autre côté, comme me l'a montré l'analyse, les alluvions de la Durance renferment en quantités suffisantes toutes les substances nécessaires au développement de la végétation, elle devront constituer une bonne terre végétale, quand tous les sulfures seront oxydés; de plus, ce résultat devra se produire d'autant plus vite que, par des travaux de labour, de retournement, etc., l'oxydation s'effectuera plus rapidement. C'est exactement ce qui, dans la pratique, arrive pour ces alluvions.

» Un fait d'agronomie générale et un fait spécial aux phosphates résultent de ce qui précède : 1° si les alluvions marines ou d'eau douce *sont complètement oxydées* au moment de leur dépôt, elles sont immédiatement fertiles; c'est le cas général pour les alluvions empruntées aux formations plus anciennes que le trias supérieur : c'est le cas pour le Nil; mais si les alluvions, comme pour la Durance, sont empruntées à des dépôts *dont les assises sont pénétrées de sulfures,* elles resteront stériles jusqu'à ce que les sulfures qui les imprègnent soient complètement oxydés. Ce dernier cas s'est réalisé *très fréquemment* et sur une *vaste échelle* dans les anciens âges géologiques. Son étude n'a jamais été faite ni même commencée, et cependant elle seule permettra de résoudre bien des problèmes particuliers aujourd'hui absolument inabordables. D'un autre côté, il faut en tenir grand compte dans les travaux exécutés pour rendre à l'agriculture les surfaces

occupées par des marais salés. C'est une grande erreur de croire que tout ce problème consiste à dessaler les terrains : *rien ne sera fait tant qu'ils ne seront pas complètement désulfurés;* 2° dans les réactions exercées par l'air sur les dépôts sulfurés contenant des phosphates, les phosphates deviennent solubles; ils se concentrent alors dans des conditions extrêmement complexes au point de vue de l'observation directe, mais dans des conditions dont l'analyse minérale peut toujours rendre compte jusque dans les détails pour chaque cas particulier; c'est, du reste, ce que je ferai voir. »

GÉOLOGIE. — *Nouveau Mémoire sur le gisement du diamant à Grâo Mogol, province de Minas Geraës (Brésil).* Note de M. **Gorceix**, présentée par M. Des Cloizeaux. (Extrait.)

« M. Gorceix, qui a fait l'été dernier un voyage d'exploration au gisement de diamants de Grâo Mogol, Minas Geraës, vient de publier un Mémoire contenant les observations qu'il a recueillies sur place et qui sera inséré *in extenso* dans le *Bulletin de la Société géologique.*

» Ce Mémoire contient de nouveaux détails sur le gîte de Grâo Mogol, situé, comme la plupart des terrains diamantifères du nord de Minas Geraës, dans le bassin du Jequitinhonha, à 300$^{km}$ au nord de la ville de Diamantina, et sur la couche de conglomérats où le diamant a été signalé en place ([1]).

» Après avoir décrit les caractères minéralogiques de ce conglomérat, qui existe sur un seul point du cirque où est située la ville de Grâo Mogol, l'auteur rappelle qu'on n'a jamais trouvé de diamants dans les graviers des ruisseaux qui prennent leur source ou courent sur les gneiss granitoïdes ou les granites formant la base de tous les terrains de Minas Geraës. Il annonce aussi qu'il a rencontré en place, en remontant vers ces granites, les cymophanes, triphanes, andalousites, disthènes, fibrolites, béryls, tourmalines, si abondants dans les lits du Gravata, du Setubal, de l'Urubù, du Piauhy, etc., constituant une série d'affluents de l'Arassuahy, mais que jamais on n'a récolté de diamants dans les graviers provenant de ces cours d'eau.

» On en a, au contraire, trouvé avec des minéraux tels que pyrite, or, tourmaline, amphibole, oxydes de titane, phosphates divers, etc., ses satel-

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 981, année 1881.

lites habituels, dont l'origine filonienne n'est pas douteuse [1]. M. Gorceix en arrive à conclure qu'au Brésil le diamant est un minéral de filon, comme ceux dont il vient d'être question, et que ce n'est pas dans les gneiss et les granites que l'on doit chercher son origine. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les os de la tête et sur les diverses espèces du Simœdosaure, reptile de la faune cernaysienne des environs de Reims.* Note de M. V. LEMOINE, présentée par M. Gaudry.

« Le Simœdosaure des environs de Reims, dont nous avons signalé dans une précédente Communication les caractères généraux du squelette, présente dans la conformation et dans les rapports des os de la tête un certain nombre de caractères spéciaux sur lesquels nous insisterons aujourd'hui.

» Les pièces osseuses du crâne offrent une indépendance, nous dirons volontiers une individualité, qui nous paraît très favorable à l'étude des vertèbres craniennes.

» Le basi-occipital paraît se dédoubler en deux pièces : un basi-occipital postérieur qui présente en arrière la partie médiane du condyle, en avant, une cupule pour la réception de l'extrémité arrondie d'un basi-occipito-sphénoïdien, supérieurement un foramen vasculaire, une crête et deux fossettes de réception pour les exoccipitaux ; au-dessous du basi-occipital postérieur se trouve une pièce double qui nous paraît avoir la valeur d'une pièce hypapophysaire en relation avec l'arcade inférieure de l'atlas. Les exoccipitaux, outre leur partie condylienne, offrent le prolongement latéral pour l'apophyse parotique.

Le sus-occipital a une surface un peu rugueuse. L'avant-dernier segment, ou vertèbre crânienne, paraît constitué par un basi-occipital sphénoïdal qui se réunit par une sorte d'éminence condylienne à l'os qui le suit et par un rebord en biseau au basi-sphénoïde. De chaque côté du basi-occipito-sphénoïdien, des prolongements ovalaires se glissent en partie sous les exoccipitaux et, d'autre part, supportent, à l'aide d'une cupule, les opisthotiques qui se joignent aux épiotiques.

» Le segment plus antérieur serait formé par un basi-sphénoïde qui rap-

[1] Cette origine avait déjà été indiquée par M. Daubrée, il y a trente-cinq ans, lorsqu'il a reproduit artificiellement, à l'état de cristaux, l'oxyde de titane et d'autres compagnons du diamant (*Annales des Mines*, 4e série, t. XVI, 1849, p. 150).

pelle complètement les caractères d'un corps de vertèbre rachidienne par la crête, les sillons et les foramina de sa face supérieure, ainsi que par la disposition de sa face inférieure creusée de deux encoches et présentant des facettes tuberculeuses d'insertion. Ces facettes donnaient attache à une pièce à double tubercule d'insertion (*capitulum? tuberculum?*) qui allait se réunir par un deuxième segment à une fossette postérieure du ptérygoïdien correspondant.

» Les bords supérieurs du basi-sphénoïde présentent, d'autre part, des facettes pour la réception des pièces prootiques, qui elles-mêmes se joignent en arrière au sus-occipital et à l'épiotique, et en avant, au pariétal.

» Le pariétal paraît formé de deux longues pièces séparées en dedans et en avant sans doute par une large fontanelle. En avant du basi-sphénoïde, nous trouvons, comme pièces constituantes du segment cranien le plus antérieur, un présphénoïde bien appréciable, malgré ses faibles dimensions. Il était largement séparé par des parties molles d'un frontal antérieur allongé et d'un frontal principal excavé sur sa face supérieure.

» Le frontal antérieur offre un bord externe taillé en biseau, qui devait recevoir à l'aide d'une surface analogue un os surcilier à surface inférieure et à surface supérieure marquée de sept plaques, trois externes arrondies, trois internes allongées et une intermédiaire.

» Le squamosal, le frontal postérieur et le jugal sont développés. Ce dernier os se rattachait : en arrière, au frontal postérieur, creusé à cet effet d'une gouttière; en avant, au lacrymal et, par suite, au frontal antérieur; en dessous, au maxillaire et au ptérygoïdien, à l'aide d'un os tranverse à extrémité supérieure mince et fragile.

» Le nasal, double et relativement large, vient se réunir à la branche très allongée d'un intermaxillaire à partie antérieure ovalaire.

» Les sus-maxillaires se mettent en contact immédiat avec des vomers lisses, en contact eux-mêmes avec des palatins munis de denticules.

» Les palatins logent dans leur intervalle de longs ptérygoïdiens garnis de denticules sur leur partie interne.

» Les ptérygoïdiens se mettent en rapport avec une branche de suspension qui les réunit au sphénoïde. Une autre pièce indépendante devait les joindre au quadrate. Enfin l'os transverse les réunissait au jugal. En avant de l'os transverse, entre le bord externe des ptérygoïdiens et la partie correspondante du susmaxillaire, se trouve de chaque côté une assez large fosse que nous croyons avoir été l'orifice postérieur des fosses nasales. La disposition des pièces constituantes de chaque segment ou vertèbre cra-

nienne paraît offrir la plus grande analogie avec l'atlas, qui nous offre chez le Simœdosaure :

» 1° Une pièce supérieure non soudée, véritable arcade épineuse; 2° deux arcs neuraux avec leurs apophyses articulaires pour l'occipital et l'axis; 3° un centre ici indépendant, l'apophyse odontoïde; 4° un arc inférieur hypapophysaire.

» L'étude des diverses pièces osseuses du Simœdosaure semble permettre d'établir plusieurs espèces.

» La première espèce, nommée par Paul Gervais, est le *Simœdosaurus Lemoinei*, qui paraît pouvoir être caractérisée par ses vertèbres à centre bombé, par son apophyse odontoïde arrondie et par la forme épaisse et trapue des os des membres. L'humérus présente une extrémité supérieure de forme ovalaire et asymétrique.

» Le *Simœdosaure Remensis* paraît pouvoir être caractérisé par ses vertèbres à centre allongé, cylindrique, par ses os des membres moins épais, plus allongés, et par l'extrémité supérieure de l'humérus qui est bien symétrique.

» Une tête humérale, singulièrement surbaissée et de forme spéciale, nous paraît appartenir à une troisième espèce, le *Simœdosaurus Peroni*.

» Nous rapporterions volontiers à une quatrième espèce, le *Simœdosaurus Suessoniensis*, les fragments de maxillaires attribués avec doute par Paul Gervais au *Lepidosteus Suessoniensis*.

» M. de Raincourt a bien voulu nous communiquer une vertèbre de Simœdosaure paraissant provenir de couches de même âge. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les phénomènes crépusculaires*. Note de M. L. CRULS, présentée par M. Faye. (Extrait.)

« Observatoire impérial de Rio-de-Janeiro, 19 janvier 1884.

» Dès le mois de septembre de l'année dernière, nous avons eu l'occasion de noter des lueurs d'aspect insolite, qui précédaient le lever du Soleil ou suivaient son coucher. Ce phénomène s'est manifesté depuis lors à peu près sans interruption et, pas plus tard qu'hier encore, 17 janvier, il a pu être observé.

» Il importe avant tout de signaler que le phénomène a sensiblement changé d'aspect depuis les premiers jours de son apparition. Ainsi,

dans les premiers temps, le coucher du Soleil était précédé d'un obscurcissement graduel, provoqué par l'interposition entre l'œil de l'observateur et l'astre d'une couche de vapeurs absorbantes, rappelant les effets produits par la présence du brouillard sec. A plusieurs degrés (8 à 10) au-dessus de l'horizon, le disque du Soleil apparaissait privé de tout rayonnement, au point qu'on pouvait le fixer aisément avec le regard.

La lueur rougeâtre ne se voyait que plus tard, lorsque le Soleil était descendu sous l'horizon, et se maintenait visible pendant une heure environ, pour ensuite disparaître complètement. Sous cet aspect, le phénomène pouvait être attribué à la présence du brouillard sec, qui se manifeste chaque année au Brésil, et particulièrement aux mois d'août et de septembre, par les déboisements considérables que les agriculteurs réalisent par l'action du feu, en allumant dans les forêts vierges de vastes incendies qui souvent prennent des proportions immenses. L'énorme quantité de fumée qui en résulte, emportée au loin par le vent, ne tarde pas à s'étendre sur de vastes régions, et produit le brouillard sec, dont la présence est particulièrement nuisible aux observations astronomiques.

» Ces phénomènes crépusculaires ayant été attribués à des aurores magnétiques, je publiai dans le *Jornal do Commercio*, sous la date du 12 septembre, un article dans lequel je montrais qu'il ne pouvait y avoir aucune connexion entre ces deux phénomènes, en me basant sur plusieurs considérations, et particulièrement sur l'absence de perturbations notées dans les appareils des lignes télégraphiques, qui, à défaut d'instruments magnétiques enregistreurs, n'auraient certes pas manqué de manifester certains troubles dans leur fonctionnement.

» Plus tard, le phénomène ne présenta plus la particularité signalée plus haut et qui consistait dans un obscurcissement assez considérable du Soleil, résultant de l'absorption des rayons lumineux par une couche de brouillard d'aspect « enfumacé »; il se montra à peu près tel qu'il a été vu et décrit en Europe. Il est d'ailleurs à noter que le phénomène n'a été signalé en Europe et dans d'autres parties du globe que vers la fin de novembre, lorsque déjà il avait perdu les caractères que nous avons décrits et ne présentait que ceux qu'il a conservés jusqu'à ce jour.

» L'hypothèse des brouillards secs, admissible dans les premiers temps du phénomène, ne l'était plus lorsque celui-ci eut perdu les seuls caractères qui l'autorisaient; dès la fin du mois de novembre, pendant les crépuscules où le phénomène put être étudié convenablement, je m'appliquai à réunir quelques données d'observation, fort incomplètes à la vé-

rité, mais qui cependant prouvent que le phénomène, qu'il soit d'origine météorique ou terrestre, avait, en partie du moins, son siége dans notre propre atmosphère, et conséquemment devait participer des caractères que présentent les phénomènes crépusculaires proprement dits.

» Les observations que nous avons faites s'étendent de la fin de novembre jusqu'au 17 janvier, date de notre dernière observation. Le résultat essentiel, corroboré par toutes les observations, a été que l'illumination du ciel, produite par l'envahissement d'une teinte rosée passant graduellement au rouge cramoisi, se manifestait d'abord par un premier arc rosé, apparaissant peu d'instants après le coucher du Soleil (l'heure a varié entre $6^h 45^m$ et $7^h$), le segment inférieur étant d'une couleur d'un blanc verdâtre, et concentrique à la position occupée par le Soleil. La variation de l'heure de l'apparition de ce premier arc accompagnait celle de la déclinaison du Soleil, assez lente à cette époque de l'année, de manière à conserver le même retard sur l'heure du coucher du Soleil. La durée de cet arc était courte; il disparaissait au bout de dix ou quinze minutes au plus. Je dois ajouter que la disparition était complète.

» Il s'écoulait ensuite dix à douze minutes après lesquelles apparaissait un second arc rosé, qui envahissait le ciel sur une étendue plus considérable. Ce second arc avait une durée plus grande que le premier et disparaissait généralement vers $8^h$, au plus tard à $8^h 10^m$, suivant la déclinaison du Soleil. Ce second arc, comme le premier, était concentrique au Soleil.

Si l'on calcule à combien de degrés le Soleil se trouvait sous l'horizon aux instants de la disparition du second arc, on trouve environ 18°. La manifestation de *deux* arcs successifs, l'heure de leur apparition et de leur disparition, c'est-à-dire leur durée respective, est le caractère essentiel, et auquel on ne peut se méprendre, des phénomènes crépusculaires, qui n'ont été nulle part mieux décrits que dans *l'Espace céleste* de M. Emm. Liais. Il suffit de se reporter à cette description pour acquérir la conviction que nous nous sommes trouvés en présence de phénomènes de cette nature, c'est-à-dire de phénomènes qui, tout en pouvant avoir une origine météorique, participent des caractères des crépuscules atmosphériques. Si nous admettons, par exemple, qu'un immense courant de poussière météorique soit traversé par la Terre, on peut concevoir aisément que l'atmosphère terrestre, saturée de cette poussière, puisse présenter les phénomènes d'obscurcissement du Soleil signalés plus haut, ainsi que les phénomènes offerts par les arcs rosés, résultant de la réflexion de la lumière solaire sur les particules météoriques qui remplissent l'atmosphère; ils offriront à nos yeux tous les

caractères des crépuscules atmosphériques, toutefois avec une intensité beaucoup plus grande.

» Quoi qu'il en soit de la cause originelle du phénomène qui nous occupe, je pense que ce qui pourra contribuer puissamment à la faire découvrir, ce sont les analyses des poussières recueillies en divers endroits, et dont on s'est occupé dernièrement dans une des séances de la Société Royale astronomique de Londres. »

MÉTÉOROLOGIE. — *La mission scientifique du cap Horn* 1882-1883 *et la périodicité des oscillations barométriques.* Note de M. **Ch-V. Zenger.**

« Le Rapport de la Mission scientifique du cap Horn présente un grand intérêt pour la Météorologie pratique en ce qui concerne la pression atmosphérique observée dans ces parages lointains à peu près pendant une année, du 26 septembre 1882 au 1er septembre 1883.

» En considérant, comme je l'ai fait pour Prague en 1879, dans les *Annales du Bureau central météorologique de France,* les temps des maxima et des minima absolus observés au cap Horn (baie Orange), j'ai trouvé que ces dates mettaient en évidence une périodicité de dix à treize jours et s'accordaient avec les phénomènes d'absorption observés dans les photographies solaires.

I. — *Table des maxima de la pression barométrique observée en* 1882-1883 *à la baie Orange.*

| | Dates. | Jour de l'année. | Intervalles. | Nombre de périodes. | Durée de la période. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | j | | j |
| 1882. Septembre........ | 28 | 271 | | | |
| » Octobre ......... | 10 | 283 | 12 | 1 | 12,00 |
| » Novembre........ | 26 | 330 | 47 | 4 | 11,75 |
| » Décembre........ | 6 | 340 | 10 | 1 | 10,00 |
| 1883. Janvier.......... | 26 | 26 | 51 | 4 | 12,75 |
| » Février .......... | 16 | 37 | 11 | 1 | 11,00 |
| » Mars............ | 10 | 69 | 32 | 3 | 10,67 |
| » Avril............ | 27 | 117 } 119 | 50 | 4 | 12,50 |
| » Mai............ | 1 | 121 } | | | |
| » Juin ............ | 19 | 170 | 51 | 4 | 12,75 |
| » Juillet........... | 7 | 188 | 18 | 2 | 9,00 |
| » Août ............ | 27 | 239 | 51 | 4 | 12,75 |
| | | | Moyenne...... | | 11,517 |
| | | | | | 12,5935 |
| | | | Différence..... | | —1,0865 |

» On voit que la différence entre la période obtenue et celle de la demi-rotation solaire ne surpasse guère un jour; toutefois, la périodicité de maxima est un peu plus courte.

II. — *Table des minima de la pression atmosphérique observée en* 1882-1883 *à la baie Orange.*

| | Dates. | Jour de l'année. | Intervalles. | Nombre de périodes. | Période. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | j |
| 1882. Septembre ....... | 30 | 273 | | | |
| » Octobre ......... | 23 | 296 | 23 | 2 | 11,50 |
| » Novembre ....... | 28 | 332 | 36 | 3 | 12,00 |
| » Décembre ....... | 10 | 344 | 12 | 1 | 12,00 |
| 1883. Janvier ........ | 22 | 22 | 43 | 4 | 10,75 |
| » Février .......... | 26 | 47 | 25 | 2 | 12,50 |
| » Mars ........... | 5 | 64 | 17 | 2 | 8,50 |
| » Avril ........... | 22 | 112 | 48 | 4 | 12,00 |
| » Mai ............ | 16 | 136 | 24 | 2 | 12,00 |
| » Juin ............ | 5 | 156 | 20 | 2 | 10,00 |
| » Juillet........... | 15 | 196 | 40 | 4 | 10,00 |
| » Août ........... | 12 | 224 | 28 | 2 | 14,00 |
| | | | Moyenne....... | | 11,387 |
| | | | | | 12,5935 |
| | | | Différence...... | | — 1,2065 |

» On a ici à peu près la même différence entre la période solaire et celle de la pression minima. Cet accord ne peut être accidentel, ce qui nous fait croire que toutes les grandes perturbations de notre atmosphère dépendent essentiellement de causes cosmiques, qui se reproduisent avec la plus grande régularité. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse en outre, à l'Académie, deux autres Notes intitulées : « Résumé des observations héliophotographiques comparées aux dates des grandes perturbations atmosphériques et séismiques des mois de février et mars 1884 » et « Sur la visibilité de rayons ultra-violets à l'aide du parallélépipède de dispersion. »

Le P. **Heude**, missionnaire en Chine, dans une Lettre adressée à M. Alph. Milne-Edwards et datée de Zikawei, annonce qu'il a reçu de Corée diverses pièces indiquant l'existence dans cette région d'un petit Ruminant du genre *Hydropotes,* différant de l'*Hydropotes inermis* (Swinhoe) par les caractères du crâne et la couleur plus claire du pelage; il désigne cette espèce sous le nom d'*Hydropotes argyropus.*

M. **P. Picard** adresse à l'Académie un travail portant pour titre : « Taches et facules à la surface du Soleil ».

M. le professeur **H.-A. Howe**, de l'Université de Denver (Colorado, États-Unis), informe l'Académie qu'il calcule en ce moment l'orbite de la grande comète de septembre 1882 et ajoute qu'il serait très heureux de recevoir les observations que les lecteurs des *Comptes rendus* ont pu faire sur ce sujet.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. J. B.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 28 AVRIL 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

### MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Bouquet de la Grye*, pour remplir, dans la Section de Géographie et de Navigation, la place laissée vacante par le décès de M . *Yvon Villarceau*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bouquet de la Grye** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations extraites du Rapport de M. Verbeek sur l'éruption de Krakatoa, les* 26, 27 *et* 28 *août* 1883; par M. **Daubrée.**

« M. Verbeek, ingénieur des mines à Batavia, auquel on est redevable de publications importantes sur la géologie de Sumatra, a été chargé, en vertu d'une décision du Gouvernement néerlandais datée du 4 octobre 1883, de rechercher la nature, l'extension et les conséquences des

éruptions volcaniques du Krakatoa. Il a parcouru pendant dix-sept jours la région ravagée, à l'aide d'un bâtiment qui avait été mis à sa disposition. En attendant que le Rapport détaillé qu'il prépare sur ce sujet puisse paraître, ce qui n'aura pas lieu avant quelques mois, à cause des nombreuses cartes et planches qui doivent l'accompagner, M. Verbeek vient de terminer un Rapport sommaire que M. Van Baumhauer, secrétaire perpétuel de la Société hollandaise des Sciences, a bien voulu faire traduire en français.

» En présentant cette traduction à l'Académie, au nom de M. Baumhauer, je demande la permission d'en extraire plusieurs observations qui complètent, précisent et rectifient celles qui ont été publiées à ce sujet (1).

» Le 20 mars 1883, le moins élevé des trois sommets de l'île, le Perboewatan (nommé Roewatan dans quelques Rapports), qui présente des coulées de laves sur plusieurs côtés, entra subitement en éruption. Le sommet le plus élevé de l'île, le mont Krakatoa (dont le nom dérive par corruption de Rakata et d'une altitude de $822^m$) n'a pas fonctionné en 1883; quant au troisième sommet, le mont Danan, il n'entra en action que plus tard.

» Les éruptions continuèrent avec une intensité variable et avec des intervalles de repos, jusqu'au 26 août, époque vers laquelle le cratère du mont Danan entra également en activité. Le 26, les explosions augmentèrent beaucoup en intensité, pour atteindre leur maximum le lundi 27, à $10^h$ du matin. Elles perdirent alors de leur violence, mais n'en continuèrent pas moins toute la nuit du lundi au mardi, jusqu'à ce qu'enfin, le 28, vers $6^h$ du matin, elles cessèrent.

» Les éruptions du 26 et du 27 août furent accompagnées de violentes détonations et de vibrations. Pendant ces deux jours, on entendit presque sans interruption un bruit sourd, semblable au grondement du tonnerre dans le lointain; les explosions proprement dites étaient accompagnées d'éclats courts, comparables à de forts coups de canon, tandis que les détonations les plus violentes étaient encore beaucoup plus brèves et plus crépitantes et ne se laissaient comparer à aucun autre bruit.

» Les bruits des éruptions du mois de mai furent entendus dans la direction du nord-ouest à $230^{km}$ et $270^{km}$ de Krakatoa. Mais la propagation du son, telle qu'elle eut lieu le 26 août, surpasse tout ce qui est connu en ce genre. Les coups ont été entendus à Ceylan, au Birman, à

(1) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1100, et quelques autres Communications plus récentes sur les ondes marines et atmosphériques, conséquences des éruptions.

Manille, à Doreh, sur la Geelvinkbaai, en Nouvelle-Guinée et à Perth, sur la côte occidentale de l'Australie, ainsi que dans tous les lieux plus rapprochés de Krakatoa. Si, de Krakatoa comme centre, on décrit un cercle avec un rayon de 30° ou $3333^{km}$, ce cercle passe précisément par les points les plus éloignés où le bruit ait été perçu. La distance des points extrêmes, à l'est et à l'ouest, est donc de 60° (le diamètre du cercle), ou $\frac{1}{6}$ de la circonférence entière du globe. La superficie de ce cercle, ou plutôt du segment sphérique, est de plus du quinzième de la surface. Lors de l'éruption du Tambora, dans l'île de Sœmbawa, en 1815, le rayon du cercle dans lequel le bruit fut entendu était moitié moindre, c'est-à-dire de 15°, et la superficie était donc environ quatre fois plus petite.

» Outre ces vibrations sonores, il s'est formé aussi, lors des explosions, des ondes aériennes qui ne se sont pas manifestées par des sons, mais qui n'en ont pas moins produit des effets remarquables. Les plus rapides de ces vibrations se sont communiquées aux édifices et aux cloisons des chambres. C'est ainsi, par exemple, qu'à Batavia et à Buitenzorg, à une distance de $150^{km}$ de Krakatoa, des portes et des fenêtres furent secouées avec bruit, des horloges s'arrêtèrent, des statuettes placées sur des armoires furent renversées. Tout cela était l'effet de vibrations aériennes, et non de tremblements de terre, qui, dans cette éruption, chose digne de remarque, n'ont nulle part obtenu une certitude.

» M. Verbeek a déduit que les éruptions les plus fortes ont dû avoir lieu aux heures suivantes : 27 août, $5^h 35^m$, $6^h 50^m$, $10^h 5^m$ et $10^h 55^m$ (temps de Batavia). De ces quatre, la plus violente, de beaucoup, a été l'explosion de $10^h 5^m$. Il est parti alors de Krakatoa une onde aérienne qui, autour de ce point comme pôle, s'est étendue annulairement à la surface du globe, dont elle a parcouru jusqu'à trois fois et un quart la circonférence entière.

» Les éruptions, qui d'abord avaient eu lieu au-dessus du niveau de la mer, sont devenues sous-marines, probablement le 27 août vers $10^h$ du matin. Jusque-là, il n'avait été rejeté que de la cendre plus ou moins humide; mais, à partir de ce moment, fut aussi éjaculée une grande quantité de boue, mélange de sable volcanique et d'eau de mer. L'effondrement de la partie septentrionale de la montagne doit avoir précédé ces éruptions sous-marines.

» Krakatoa occupait autrefois une étendue de $33^{kmq},5$, dont $23^{kmq}$ se sont abîmés; il reste donc $10^{kmq}$. Mais, aux côtés sud et sud-ouest, l'île s'est accrue d'une ceinture de produits éruptifs, de sorte que la superficie de Nieuw-Krakatoa est maintenant, d'après le levé de M. Verbeek, de $15^{kmq}$;

Lang-Eiland, qui jadis mesurait $2^{kmq},9$, a aujourd'hui $3^{kmq},2$. Verlaten-Eiland a reçu un accroissement très considérable; sa superficie, autrefois de $3^{kmq},7$, s'élève actuellement à $11^{kmq},8$.

» Du Poolsche Hoedje, il ne subsiste plus rien. A la place occupée jadis par Krakatoa, on trouve maintenant partout une mer profonde, où la sonde descend, le plus souvent à $200^{m}$, et même, en quelques points, à $300^{m}$.

» Les produits de l'éruption consistent presque exclusivement en ponces dont la nature a déjà été indiquée [1].

» Le volume des fragments rejetés décroît, en général, à mesure que l'on s'éloigne de Krakatoa; les matériaux grossiers sont tombés, en majeure partie, à l'intérieur d'un cercle de $15^{km}$ de rayon, bien que des fragments de la grosseur du poing aient encore été lancés jusqu'à la distance de $40^{km}$. En dedans du cercle de $15^{km}$ de rayon, l'épaisseur des couches de débris est de $20^{m}$ à $40^{m}$. Sur le revers de l'île de Krakatoa, l'épaisseur des monticules de cendre est de même, en certains points, au pied du pic de $50^{m}$ à $80^{m}$.

» Entre Krakatoa et Sebesi gît une immense quantité de cendres et de ponces, qui a presque entièrement comblé la mer, au-dessus de laquelle elle fait saillie en deux points, auxquels on a donné les noms de *Steers-Eiland* et *Calmeyer-Eiland*. Ces îles ne dépassent que de quelques mètres le niveau de l'eau; elles ont beaucoup à souffrir du choc des vagues, n'étant composées que de matières meubles, et bientôt elles auront disparu. Les seize petits cratères signalés entre Sebesi et Krakatoa, et réduits à six ou quatre dans des relations postérieures, n'ont jamais existé. On a pris pour des volcans en travail des amas de débris fumants, méprise qui, de loin et dans les premiers temps après la catastrophe, pouvait se commettre très facilement.

« Les cendres fines ont été emportées dans la direction est-sud-est, jusque près de Bandseng ($250^{km}$ de Krakatoa), dans la direction nord-nord-ouest jusqu'à Singapoore et Bengkalis, qui en sont respectivement distants de $835^{km}$ et $915^{km}$ dans la direction sud-ouest jusqu'à Kokos-Eiland (île Keeling), à $1200^{km}$ de Krakatoa; à l'ouest, au nord et au sud on ignore jusqu'à quelle distance la cendre est tombée. La superficie est au moins de $750\,000^{kmq}$. Des particules encore plus fines sont tombées dans la mer bien en dehors de cette ligne, ainsi qu'on l'a appris par les récits des navigateurs.

---

[1] *Comptes rendus*, Notice précitée.

» Enfin des particules d'une ténuité excessive, mêlées à une grande quantité de vapeur d'eau, sont restées suspendues très longtemps dans les couches supérieures de l'atmosphère et, poussées par le vent, peuvent avoir fait un voyage autour du globe. Si l'on considère que le volume des matières solides éjaculées s'élève déjà à plusieurs kilomètres cubes, et que les produits gazeux émis possédaient peut-être un volume bien des centaines de fois plus grand, l'hypothèse d'un nuage de glace cosmique invoquée pour expliquer les phénomènes météorologiques ne paraît pas à M. Verbeek dépourvu de fondement.

» Quant à la très grande hauteur à laquelle, lors des dernières et violentes éruptions, les particules ont dû être lancées, on peut rappeler que le 20 mai, dans une des premières éruptions, le nuage de fumée aurait déjà atteint, d'après des évaluations faites à bord de l'*Élisabeth,* corvette de guerre allemande, une élévation d'au moins $11^{km}$. Si cette information mérite confiance, il est très possible que, lors des explosions beaucoup plus violentes des 26 et 27 août, la hauteur de projection ait été de $15^{km}$ à $20^{km}$.

» Une évaluation aussi exacte que possible de la quantité des matières solides rejetées a donné à M. Verbeek le chiffre de $18^{kmc}$. Dans les cas douteux, les nombres les plus petits ont toujours été pris, de sorte que le chiffre de $18^{kmc}$ peut bien être trop faible, mais non trop fort. L'erreur possible ne dépasse pas $2^{kmc}$ à $3^{kmc}$.

» Si considérable que soit ce volume, il reste pourtant beaucoup au-dessous de celui que le Tambora a fourni en 1815 et que Junghuhn a évalué à $317^{kmc}$; cette dernière évaluation, toutefois, ne repose que sur des données peu nombreuses, et M. Verbeek est porté à croire qu'un volume de $150^{kmc}$ à $200^{kmc}$ se rapprocherait plus de la vérité. Même dans ce cas, le chiffre serait encore 8 à 11 fois plus fort que celui de Krakatoa : cela, d'ailleurs, ne doit pas surprendre, puisqu'à Madoera, à plus de $500^{km}$ du Tambora, le soleil fut alors complètement obscurci pendant trois jours, tandis que, lors de la catastrophe de 1883, l'obscurité ne dura qu'un petit nombre d'heures.

» De ces $18^{kmc}$, il n'y en a pas moins que 12, ou les $\frac{2}{3}$ de la masse totale, qui sont déposés à l'intérieur du cercle décrit autour de Krakatoa avec un rayon de $15^{km}$. Comme la mer entre Krakatoa et Sebasi n'était profonde que de $36^{m}$ et qu'en cet endroit l'épaisseur des couches de débris atteint environ le même chiffre, la navigation est devenue entièrement impossible dans ces parages. Un peu plus loin, l'épaisseur diminue beaucoup.

» Un dernier et très important phénomène, auquel l'éruption a donné

lieu, est la production d'énormes vagues qui ont submergé les côtes basses du détroit de la Sonde, détruit une foule de *campoengs* et coûté la vie à plus de 35 000 personnes.

» Au sujet de l'heure où ces ondes ont apparu, il règne beaucoup d'incertitude, et cela n'est pas étonnant. D'après des recherches minutieuses, il est très probable que, un peu avant $10^h$ du matin, a eu lieu l'effondrement du pic, qui était déjà miné et crevassé par les éruptions précédentes. C'était environ un volume d'au moins $1^{kmc}$ qui s'effondrait. C'est là, d'après M. Verbeek, que doit être la cause du grand ébranlement de la mer. L'immersion subite d'une pareille masse a dû donner naissance, autour de Krakatoa, à une immense vague annulaire.

» Il y a encore eu d'autres ondes, mais de moindre importance : une le 26 août, de $5^h$ à $5^h30^m$ du soir; une autre le 27 août au matin, à $6^h$, qui ravagea Anjer.

» La grande lame formée vers $10^h$ a monté très haut, surtout contre les rivages escarpés du détroit de la Sonde; c'est ainsi que M. Verbeek en a mesuré, dans dix localités, les hauteurs, qui sont de $15^m$ à $35^m$. La hauteur variable dépend de la situation des lieux, de leur éloignement de Krakatoa, de la nature plus ou moins abritée et de l'escarpement de la côte.

» C'est vers $9^h50^m$ que la grande lame doit être partie de Krakatoa pour se propager à de très grandes distances, entre autres jusqu'à Ceylan, Aden, Maurice, Port-Élisabeth, dans l'Afrique australe, et même jusqu'aux côtes de France. La vitesse des ondes a naturellement été très diverse; elle augmente avec la profondeur des mers.

» Pour l'archipel Indien et une couple de points en dehors de cet archipel, M. Verbeek a trouvé des chiffres qui s'élèvent, par heure, à 306 milles environ ($566^{km}$) pour Port-Élisabeth, où la profondeur est de $2528^m$.

» Après le 28 août, on n'a plus rien entendu du volcan.

» En abordant à Krakatoa, M. Verbeek remarqua avec étonnement, sur les matières ponceuses ordinaires, deux bandes noires qui, naissant à l'altitude de $600^m$, c'est-à-dire à $200^m$ environ du sommet, se poursuivaient en lignes assez droites, sur une longueur de $1300^m$, et jusqu'à $100^m$ au-dessus du niveau de la mer. C'étaient deux courants de boue qui avaient coulé sur le versant de la montagne et qui recouvraient la ponce blanche avec une épaisseur moyenne de $0^m,2$ à $0^m,3$, sur une largeur de $1^m$ à $5^m$. Cette éruption a amené aussi au jour de petites boules parfaitement arrondies, semblables à des billes d'enfant, d'un diamètre de $0^m,015$ à $0^m,06$. Ces

boules consistent en un calcaire marneux qui doit provenir des couches existant au fond du détroit de la Sonde, dans le voisinage du Krakatoa, et dont les débris ont été éjaculés par le cratère.

» Cette dernière éruption n'a probablement eu lieu que vers le 10 octobre, à $9^h 30$ du soir, ce qui correspondrait à une onde liquide assez forte, arrivée vers $10^h$ à Tjikawaeng, et la seule qui ait été remarquée depuis le 28 août. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur le degré des surfaces osculatrices;* par M. DE JONQUIÈRES.

« I. Déterminer le degré de toutes les surfaces algébriques qui peuvent être *osculatrices* d'une autre surface, c'est-à-dire avoir avec celle-ci le contact *de l'ordre le plus élevé*, est un problème qui dépend, comme l'on sait, du suivant :

» Quelles sont, en nombres entiers et positifs pour $m$ et $n$, toutes les solutions de l'équation

$$(a) \qquad \frac{(m+1)(m+2)(m+3)}{6} - 1 = \frac{(n+1)(n+2)}{2}?$$

» Mais l'Arithmétique supérieure ne donne, à cet égard, aucune méthode [1].

» A défaut, on peut au moins désirer connaître les catégories de nombres (s'il en existe de particulières) dans lesquelles peuvent se rencontrer des valeurs de $m$ satisfaisant à l'équation ($a$). Cette recherche m'a conduit aux résultats ci-après.

» II. Je démontre [2] que les catégories ou *formes* dont il s'agit se bornent aux trois suivantes :

» 1° $m = 5t, \ldots$, $t$ étant un entier $\gtreqless 1$;

» 2° $m = 50t + 1 = 2t.5^2 + 1, \ldots$, $t$ recevant toutes les valeurs entières à partir de 0, à l'exclusion toutefois de celles où le chiffre des unités est 1, 2, 6 ou 7;

» 3° $m = 50t + 26 = (2t+1)5^2 + 1, \ldots$, $t$ recevant toutes les valeurs entières, à l'exclusion toutefois de celles où le chiffre des unités est 3, 4, 8 ou 9.

(1) HERMITE, *Cours d'Analyse*, p. 145 (Gauthier-Villars, Paris, 1873).

(2) Je donnerai ailleurs ces démonstrations, qui sont très simples.

» On remarquera dans ces formules l'intervention presque absolue du nombre 5, l'une ne se composant que de ses multiples, et les deux autres de certains des multiples de son carré, les uns pairs, les autres impairs, augmentés de l'unité.

» III. En appliquant le calcul numérique, j'ai trouvé pour les solutions de la première forme

$$m = 5, \quad \text{conjuguée à} \quad n = 9$$

(ce résultat était connu et a donné lieu à une curieuse et savante étude de M. Halphen dans le tome III du *Bulletin de la Société mathématique*, p. 28);

$$m = 20, \quad \text{conjuguée à} \quad n = 58,$$

et il n'en existe pas d'autre jusques et y compris $m = 300$.

» La seconde forme ne donne, jusques et y compris $m = 1000$, que la solution (si elle mérite ce nom)

$$m = 1, \quad \text{conjuguée à} \quad n = 3.$$

» Enfin, la troisième forme ne donne rien pour $m$ inférieur à 1000. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension de la loi de Harriot relative aux équations algébriques;* par M. SYLVESTER.

« On peut envisager la loi de Harriot comme une loi qui affirme la possibilité de décomposer d'une seule manière un polynôme en $x$ dans un produit de facteurs linéaires composés avec les différences entre $x$ et les racines du polynôme. En réfléchissant sur la cause de cette possibilité et la manière de la démontrer, on voit facilement que le même principe doit, avec une certaine modification, s'appliquer à toute équation en matrices d'un ordre quelconque dont les coefficients sont transitifs entre eux-mêmes, c'est-à-dire qui agissent les uns sur les autres exactement comme les quantités de l'Algèbre ordinaire, si chaque coefficient, par exemple, est une fonction rationnelle de la même matrice. On peut nommer les équations dont les coefficients satisfont à cette condition équations *monothétiques* : on remarquera que de telles équations forment une classe spéciale des équations que j'ai nommées *unilatérales* dans une Note précédente.

» Pour fixer les idées, prenons comme exemple une équation monothétique du second degré en matrices binaires, laquelle peut toujours être

ramenée à la forme

$$x^2 - 2px + Ap + B = 0.$$

» En supposant que $p^2 - (\alpha + \beta)p + \alpha\beta = 0$ soit l'*équation identique* de $p$, on aura

$$x = \frac{p-\beta}{\alpha-\beta}(\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - A\alpha - B}) + \frac{p-\alpha}{\beta-\alpha}(\beta \pm \sqrt{\beta^2 - A\beta - B})$$

» Faisons $\frac{p-\beta}{\alpha-\beta}\sqrt{\alpha^2 - A\alpha - B} = u$, $\frac{p-\alpha}{\beta-\alpha}\sqrt{\beta^2 - A\beta - B} = v$. Alors les quatre racines de $p$ seront

$$p+u+v,\quad p-u-v;\quad p+u-v,\quad p-u+v.$$

Disons $r_1, r_2, r_3, r_4$.

» On trouve

$$(p-\beta)^2 = (p-\beta)(p-\alpha) + (\alpha-\beta)(p-\beta) = (\alpha-\beta)(p-\beta),$$

et de même

$$(p-\alpha)^2 = (\beta-\alpha)(p-\alpha),$$

de sorte que

$$\begin{aligned} u^2 + v^2 &= \frac{p-\beta}{\alpha-\beta}(\alpha^2 - A\alpha - B) + \frac{p-\alpha}{\beta-\alpha}(\beta^2 - A\beta - B) \\ &= (\alpha+\beta)p - \alpha\beta - Ap - B = p^2 - Ap - B. \end{aligned}$$

On a aussi $uv = 0$ et conséquemment $(u+v)^2 = u^2 + v^2 = (u-v)^2$. Donc

$$\begin{aligned} (x-r_1)(x-r_2) &= (x-p)^2 - (u+v)^2 = x^2 - 2px + Ap + B, \\ (x-r_3)(x-r_4) &= (x-p)^2 - (u-v)^2 = x^2 - 2px + Ap + B. \end{aligned}$$

» Or considérons le cas général d'une équation monothétique du degré $n$ en matrices de l'ordre $\omega$.

» Cette équation (que j'écrirai $fx = 0$), en vertu de ce que j'ai nommé la seconde loi de mouvement algébrique (c'est-à-dire la formule

$$\varphi m = \sum \frac{(m-b)(m-c)\ldots(m-l)}{(a-b)(a-c)\ldots(a-l)}\varphi a,$$

où $a, b, c, \ldots, l$ sont les *racines latentes* de la matrice $m$), aura $n^\omega$ racines qu'on peut représenter par les symboles composés

$$r_1,\quad r_2,\quad \ldots,\quad r_\omega,$$

où chaque $r$ parcourt les valeurs $1, 2, 3, \ldots, n$.

» En réfléchissant sur la manière de démontrer le principe de Harriot, on arrivera facilement à la conclusion suivante : en prenant une combinaison quelconque de $n$ symboles $r_1, r_2, \ldots, r_\omega$, de telle manière que chaque $r$ parcoure toutes ses $n$ valeurs, $R_1, R_2, \ldots, R_n$, on aura

$$fx = (x - R_1)(x - R_2)\ldots(x - R_n).$$

» Ainsi on arrive au théorème suivant :

» *Toute fonction monothétique rationnelle et entière de $x$ du degré $n$ en matrices de l'ordre $\omega$ peut être représentée de $(1.2.3,\ldots,n)^{\omega-1}$ manières différentes comme un produit de $n$ facteurs linéaires dont chacun sera la différence entre $x$ et une des racines de la fonction donnée.*

» Telle est la loi de Harriot, étendue au cas des quantités multiirrationnelles.

» Dans le cas de l'Algèbre ordinaire, $\omega = 1$, et le nombre des décompositions de $fx$ en facteurs, selon la formule, devient unique, comme il doit être.

De même, pour les quaternions, le nombre des décompositions d'une fonction monothétique du degré $n$ en facteurs linéaires sera $\pi n$. Par exemple, si $n = 3$, les racines de $fx$ peuvent être exprimées par les neuf symboles

$$\begin{matrix} 0.0 & 0.1 & 0.2 \\ 1.0 & 1.1 & 1.2 \\ 2.0 & 2.1 & 2.2 \end{matrix}$$

La fonction (comme on le démontrera facilement) peut être mise sous la forme $x - 0.0$ multipliée par une fonction quadratique dont les racines seront des racines de $fx$, et conséquemment, par raison de symétrie, seront les quatre racines

$$\begin{matrix} 1.1 & 1.2, \\ 2.1 & 2.2; \end{matrix}$$

donc la fonction quadratique dont j'ai parlé sera égale à

$$(x - 1.1)(x - 2.2)$$

et à

$$(x - 1.2)(x - 2.1).$$

Ainsi il y aura deux décompositions de $fx$ qui correspondent aux deux diagonales 0.0, 1.1, 2.2; 0.0, 1.2, 2.1, et de même il y aura des décom-

positions qui répondent aux diagonales 0.1, 1.2, 2.0; 0.1, 1.0, 2.2; 0.2, 1.0, 2.1; 0.2, 1.1, 2.0, de sorte que le nombre total est égal à 1.2.3.

De même, quand $fx$ est monothétique et matrice du troisième ordre, on peut prendre les diagonales d'un cube. Par exemple, les racines de l'équation monothétique du second degré en matrices du troisième ordre peuvent être représentées par

$$\begin{matrix} 0.0.0 & 0.0.1 & 0.1.0 & 0.1.1 \\ 1.1.1 & 1.1.0 & 1.0.1 & 1.0.0 \end{matrix}$$

et l'on aura les quatre décompositions

$$(x - 0.0.0)\chi(x - 1.1.1); \quad (x - 0.0.1)\chi(x - 1.1.0);$$
$$(x - 0.1.0)\chi(x - 1.0.1); \quad (x - 0.1.1)\chi(x - 1.0.0);$$

et de même, en général, pour le degré $n$, le nombre des diagonales (en se servant de ce mot dans le sens analytique, bien entendu) sera

$$(1.2.3\ldots n)^2.$$

C'est ainsi qu'on trouve l'expression générale que j'ai donnée $(\pi n)^{\omega-1}$ pour le nombre des décompositions quand le degré est $n$ et que l'ordre des matrices est $\omega$.

En multipliant ensemble toutes les équations de décomposition, et en nommant $\rho$ chacune des $n^\omega$ racines, on parvient à l'équation

$$\pi(x - \rho)^{\pi(n-1)^{\omega-1}} = (fx)^{\pi n^{\omega-1}};$$

donc, quoiqu'on ne puisse pas en général conclure que, si $X^j = Y^j$ (X et Y étant des matrices), X est nécessairement égal à Y, il y a toute raison de croire qu'on pourra démontrer que, dans le cas actuel, on aura

$$\pi(x - \rho) = (fx)^{n^{\omega-1}}.$$

» Ainsi la règle de Harriot se reproduira de nouveau sous la forme très peu modifiée qu'un polynôme (monothétique) en $x$ (élevé à une puissance convenable) est égal au produit des différences entre $x$ et toutes les racines en succession de ce polynôme.

» On aura remarqué, dans ce qui précède, qu'en appliquant la seconde des trois lois du mouvement algébrique aux équations monothétiques, on a trouvé que le nombre des racines est $n^\omega$, et conséquemment est $n^2$ dans le cas des quaternions, tandis que le nombre des racines pour la classe des

équations en quaternions unilatérales (à laquelle les formes monothétiques appartiennent) est en général $n^3 - n^2 + n$ (*voir* le numéro d'avril 1884 du *London and Edinburgh Phil. Mag.*), de sorte qu'il y a une élimination $n(n-1)^2$ de racines en passant du cas général au cas particulier.

» Il reste à examiner s'il n'est pas possible d'étendre la loi de Harriot aux équations unilatérales polythétiques. C'est ce que je vais étudier, mais sans cela, et en me bornant au cas monothétique, il me semble qu'en attribuant aux éléments des matrices des valeurs entières (simples ou complexes), comme le fait M. le professeur Lipschitz pour les quaternions, on voit s'ouvrir un nouveau champ immense de recherches arithmétiques fondées sur la loi fondamentale de Harriot généralisée de la manière indiquée dans ce qui précède. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *La conservation des énergies stellaires et la variation des températures terrestres.* Mémoire de M. **Duponchel**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Faye, Bouquet de la Grye.)

« ... Les faits signalés par M. Roche deviennent plus évidents encore, quand, les rapportant à la cause que je leur assigne et se rappelant d'ailleurs que la révolution terrestre annuelle correspond à un nombre exact, non de rotations, mais de demi-rotations réelles du Soleil (29 demi-rotations réelles, 27 relatives), le retour régulier de la même période, ou plutôt de la même phase, ne se reproduit pas tous les ans, mais tous les deux ans. En opérant sur une partie des Tableaux d'observation qui avaient servi aux travaux de M. Roche et groupant les chiffres de la période décennale (1857 à 1866) en deux séries distinctes, l'une pour les années paires, l'autre pour les années impaires, je suis arrivé, malgré le peu de durée relative de ces observations, à des résultats de moyenne suffisants, non seulement pour mettre hors de doute la périodicité du phénomène, mais pour permettre de dresser, à l'aide des principes théoriques, le Tableau ci-dessous, qui indique, avec une approximation probablement assez grande, la variation des points de température minima correspondant aux différents jours de chaque mois, pour les deux séries des années paires et impaires correspondant à la coïncidence de phases différentes.

*Tableau indiquant la succession probable des dates approximatives de maximum et de minimum de la radiation solaire.*

| | Années paires. | | Années impaires. | |
|---|---|---|---|---|
| | Maxima. | Minima | Maxima. | Minima. |
| Janvier....... | 31 déc. | 6 | 31 déc. | 8 |
| » ....... | 12 | 21 | 14 | 20 |
| Février....... | 26 janv. | 1 | 26 | 4 |
| » ....... | 7 | 17 | 9 | 15 |
| Mars......... | 23 fév. | 28 fév. | 21 fév. | 3 |
| » ....... | 6 | 16 | 8 | 13 |
| » ....... | 22 | 27 | 19 | 30 mars |
| Avril........ | 2 | 12 | 4 | 10 |
| » ....... | 18 | 24 | 16 | 26 |
| Mai.......... | 30 avril | 9 | 1 | 8 |
| » ....... | 16 | 22 | 14 | 23 |
| Juin......... | 28 mai | 5 | 30 mai | 5 |
| » ....... | 12 | 19 | 11 | 19 |
| Juillet........ | 25 juin | 2 | 25 juin | 3 |
| » ........ | 9 | 16 | 9 | 16 |
| » ........ | 22 | 29 | 23 | 31 |
| Août......... | 5 | 13 | 5 | 12 |
| » ........ | 19 | 25 | 18 | 28 |
| Septembre..... | 1 | 10 | 2 | 8 |
| » ....... | 15 | 21 | 14 | 24 |
| Octobre....... | 27 sept. | 7 | 29 sept. | 5 |
| » ....... | 12 | 18 | 11 | 20 |
| Novembre..... | 25 oct. | 2 | 25 | 1 |
| » ....... | 8 | 14 | 7 | 15 |
| » ....... | 20 | 28 | 21 | 28 |
| Décembre..... | 4 | 11 | 3 | 11 |
| » ....... | 17 | 25 | 17 | 25 |

M. Caillol de Poncy soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Appareil enregistreur des dégagements gazeux ».

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Wurtz.)

M. G. Schertzinger adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *F. Folie*, portant pour titre : « Théorie des mouvements diurne, annuel et séculaire de l'axe du monde »;

2° Le troisième Cahier de l'année 1884 des *Acta mathematica*, journal rédigé par M. *G. Mittag-Leffler*. (Présenté par M. Hermite.)

PHYSIQUE. — *Sur l'étalon absolu de lumière*. Note de M. **J. Violle**, présentée par M. Debray.

« L'étude de la radiation émise par l'argent fondu [1] avait essentiellement pour but de vérifier le principe de la méthode qui consiste à prendre comme étalon de lumière un métal à son point de fusion, suivant l'idée que j'avais formulée au Congrès international des électriciens en 1881.

» Les recherches préliminaires ayant établi la constance du rayonnement pendant toute la durée de la solidification, j'ai pu aborder avec sûreté la réalisation de l'étalon absolu.

» Je prends comme unité absolue de lumière la radiation émise par une surface de $1^{cq}$ de platine à son point de solidification.

» Il suffit d'augmenter la surface pour obtenir un multiple déterminé de l'unité.

» La lampe Carcel, type Dumas et Regnault, ayant été adoptée comme étalon secondaire usuel, j'ai dû chercher, en premier lieu, à établir la valeur de cette lampe relativement à mon étalon prototype. Par différentes méthodes bien concordantes, j'ai trouvé pour valeur de la lampe Carcel normale C

$$C = \frac{1}{2,08};$$

d'où, en tenant compte des surfaces, on conclut que l'intensité intrinsèque de notre étalon est, à très peu près, onze fois celle de la lampe Carcel.

» J'ai opéré également sur les foyers électriques. La comparaison avec l'étalon s'est montrée pratiquement très satisfaisante. Je rapporterai seulement les expériences faites avec les lampes à incandescence, dont la con-

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1033.

stance et la couleur rendent la comparaison avec le platine très facile et très sûre.

» La lampe à incandescence (système Swan) était alimentée par une batterie de trente accumulateurs de Kabath. Une boîte de résistance intercalée dans le circuit permettait de faire varier le régime. Toutes les minutes, un observateur notait l'intensité $i$ du courant et la chute de potentiel $e$ entre les bornes de la lampe. Il suffisait donc de relever l'instant de chaque mesure photométrique pour connaître le régime correspondant de la lampe et, par suite, son pouvoir éclairant E, des expériences spéciales effectuées au commencement et à la fin de chaque séance ayant établi ce pouvoir éclairant pour différentes valeurs de $ie$. Les valeurs relatives de E, inscrites plus bas, étant déduites des mesures électriques, sont indépendantes des variations possibles de la lampe Carcel.

» Pour effectuer la comparaison de la lampe électrique à l'étalon, on s'est servi d'un photomètre Bunsen, que l'on pouvait déplacer entre les deux sources séparées l'une de l'autre par une distance horizontale de $4^m$. Les rayons émis verticalement par le platine étant rabattus horizontalement au moyen d'un miroir à 45°, la distance effective totale était de $4^m,50$ environ. Elle a été déterminée chaque fois exactement; nous la désignerons par $\Delta$; nous appellerons D la distance du platine au photomètre.

» Dans une première séance, trois observateurs différents ont fait chacun six mesures. Des dix-huit déterminations ainsi obtenues, on peut déduire autant de valeurs de l'expression $\frac{ED^2}{(\Delta - D)^2}$, représentant l'intensité, en carcels, de la lumière que réfléchit le miroir placé au-dessus du platine. Relativement aux observateurs, ces valeurs se partagent en trois groupes, dont les moyennes respectives sont :

| | |
|---|---|
| G........................ | 7,018 |
| M........................ | 7,016 |
| V........................ | 7,035 |
| Moyenne......... | 7,023 |

» Relativement au régime de la lampe, elles se divisent encore en trois groupes :

| $i$. | $e$. | $ie$. | E. | D. | $\frac{D^2}{(\Delta-D)^2}$. | $\frac{ED^2}{(\Delta-D)^2}$. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,88..... | 48,2 | 42,4 | 1,64 | 3060 | 4,275 | 7,011 | (7 exp.) |
| » ..... | 48,5 | 42,7 | 1,75 | 3033 | 4,067 | 7,066 | (3 » ) |
| » ..... | 48,4 | 42,6 | 1,71 | 3040 | 4,108 | 7,023 | (8 » ) |
| | | | | Moyenne............. | | 7,023 | |

» Dans une dernière séance, on fit varier beaucoup plus le régime de la lampe; le Tableau suivant résume les observations :

| *i.* | *e.* | *ie.* | E. | D. | $\frac{D^2}{(\Delta-D)^2}$. | $\frac{ED^2}{(\Delta-D)^2}$. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,86..... | 47,7 | 41 | 1,35 | 3140 | 5,177 | 6,989 | (3 exp.) |
| » ..... | 47,9 | 41,2 | 1,37 | 3130 | 5,071 | 6,947 | (2 » ) |
| » ..... | 48 | 41,3 | 1,38 | 3130 | 5,071 | 6,998 | (2 » ) |
| 0,89..... | 49,3 | 43,9 | 1,70 | 3030 | 4,135 | 7,029 | (3 » ) |
| 0,90..... | 49,5 | 44,6 | 1,80 | 2995 | 3,857 | 6,943 | (2 » ) |
| | | | | Moyenne............ | | 6,986 | |

» Les mesures photométriques s'accordent bien avec les mesures électriques. Elles donneraient pour la carcel normale $C = \frac{1}{2,07}$, valeur très voisine de celle que nous avons trouvée directement.

» En résumé, le platine à son point de fusion remplit les conditions que l'on doit exiger d'un étalon absolu de lumière : il repose sur un phénomène physique parfaitement défini et constant, et, d'une grandeur convenable, il constitue un terme de comparaison pratique avec les étalons usuels. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la détermination de l'ohm;* par MM. E. Mascart, F. de Nerville et R. Benoit.

« Afin de répondre au programme de la Commission internationale des unités électriques, nous avons organisé une série d'expériences pour déterminer les dimensions de la colonne de mercure à zéro qui représente l'unité de résistance pratique, ou la valeur de l'ohm; nous ne pouvons dans cette Note donner qu'un court résumé des méthodes et des résultats.

» La résistance absolue d'un circuit conducteur a été mesurée par le courant induit qui se développe quand on déplace ce circuit dans le champ magnétique terrestre (Weber), ou quand on le soumet à l'action d'un courant voisin (Kirchhoff). Ces deux méthodes avaient l'avantage de présenter plusieurs caractères communs et de comporter l'emploi des mêmes instruments, de manière à se prêter à un contrôle réciproque.

» Pour éliminer les erreurs systématiques, nous avons construit 5 bobines, dont 2 étaient recouvertes de plusieurs fils distincts, et l'on a utilisé 17 combinaisons différentes, à vrai dire inégalement avantageuses.

» Dans la première méthode, on fait tourner brusquement d'une demi-circonférence, autour d'un axe vertical, un cadre d'abord perpendi-

culaire au méridien magnétique, et l'on observe l'impulsion imprimée par le courant induit à l'aiguille d'un galvanomètre intercalé dans le circuit. La résistance est donnée par l'expression

$$R = 2S\frac{H}{h}g\frac{\pi}{\tau\theta}, \tag{1}$$

dans laquelle S désigne la surface enveloppée par le fil du cadre, H et $h$ les valeurs de la composante horizontale du champ magnétique aux points où se trouvent le cadre et le galvanomètre balistique, $g$ la constante du galvanomètre, c'est-à-dire l'action de l'unité de courant sur l'aiguille, $\theta$ l'angle d'impulsion corrigé de l'amortissement et $\tau$ la durée des oscillations infiniment petites, toutes réductions faites.

» Dans la seconde méthode, l'induction sur le cadre est produite par l'inversion d'un courant voisin. En appelant I le courant inducteur, M le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits, et conservant aux autres lettres la même signification, la résistance du circuit induit est

$$R = 2M\frac{Ig}{h}\frac{\pi}{\tau\theta}.$$

» L'intensité I étant déterminée par la déviation $\alpha$ d'une boussole des tangentes dont les éléments sont $h'$ et $g'$, on a

$$R = 2M\frac{g}{g'}\frac{h'}{h}\frac{\pi}{\tau\theta}\tang\alpha. \tag{2}$$

» Pour éliminer de la formule (1) les quantités H, $h$ et $g$, on a utilisé le cadre lui-même comme boussole des tangentes et fait passer dans le cadre et le galvanomètre un courant commun qui donnait les déviations $\Delta$ et $\delta$. G étant la constante du cadre, on a

$$R = 2SG\frac{\tang\delta}{\tang\Delta}\frac{\pi}{\tau\theta}. \tag{1'}$$

» On élimine de même les quantités $h$, $g$, $h'$ et $g'$ de la formule (2) en observant les déviations $\delta$ et $\delta'$ produites par un courant commun dans le galvanomètre balistique et la boussole des tangentes, ce qui donne

$$R = 2M\frac{\tang\delta}{\tang\delta'}\frac{\pi}{\tau\theta}\tang\alpha. \tag{2'}$$

» Les expressions (1)' et (2)' ne renferment plus que les données directes de l'expérience et les quantités S, G et M qui sont déterminées par les dimensions des bobines.

» Les éléments S et G d'une bobine à gorge rectangulaire se déduisent, par des méthodes connues, de la longueur du fil, du nombre de tours et des dimensions de la gorge.

» Le coefficient M d'induction mutuelle de deux bobines peut être calculé à l'aide des intégrales elliptiques, suivant une méthode indiquée par Maxwell; mais ce calcul nous a paru beaucoup plus simple par l'emploi d'une série développée suivant les puissances croissantes du rapport des rayons moyens.

» Lorsque, dans la méthode de Weber, les différents fils des bobines multiples sont réunis en série ou en dérivation, les quantités G et S qui entrent dans la formule (1)′ peuvent être déduites de celles qui sont relatives aux fils distincts par la loi habituelle des courants dérivés, dont l'application est alors légitime. On calcule de la même manière le coefficient d'induction mutuelle d'une bobine à fil unique et d'une bobine à fils multiples groupés partiellement en série ou en dérivation.

» Les appareils ont été installés au Pavillon français, dans le parc de Trianon, que M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts avait bien voulu mettre à notre disposition. Nous avons fait ainsi, avec différentes combinaisons de bobines et d'après les deux méthodes, plus de cinquantes séries complètes d'observations, dont chacune exigeait de deux heures et demie à trois heures. La résistance du circuit étant comparée chaque fois à celle d'un étalon (B.A.U) de l'Association britannique, il en est résulté comme moyenne générale

$$\text{B.A.U} = 0^{\text{ohm}},9861.$$

» Pour évaluer cette résistance en colonne de mercure, on a construit quatre tubes de $1^{\text{mmq}}$ de section environ, et on leur a donné une longueur telle que, une fois pleins de mercure, ils eussent sensiblement la même résistance qu'un étalon B.A.U.

» Ces tubes avaient été préalablement divisés en parties d'égale longueur et calibrés avec le plus grand soin au Bureau international des Poids et Mesures, avec l'autorisation et le bienveillant concours de M. Broch. Chacun des tubes ayant été ajusté à ses extrémités dans des vases en verre à large ouverture, on l'a rempli de mercure *dans le vide* et l'on a comparé sa résistance avec celle d'un étalon B. A. U., à la température ordinaire et dans la glace fondante.

» L'expérience a montré d'ailleurs que le remplissage dans l'air n'affec-

tait, d'une manière appréciable, ni les pesées relatives au calibrage, ni la résistance électrique.

» Le terme de correction pour la résistance aux extrémités a été calculé par la formule de lord Rayleigh; on a vérifié d'ailleurs directement l'exactitude de cette formule en coupant un tube en plusieurs fragments, rattachés entre eux par des vases à large ouverture, et déterminant la variation de résistance produite par chacune des coupures.

» Des mesures très concordantes sur les quatre tubes ont donné :

$$1 \text{ unité mercurielle} = 0^{\text{B.A.U.}},95374;$$

par suite,

$$1 \text{ unité mercurielle} = 0^{\text{ohm}},9405.$$

» Il en résulte que la longueur de la colonne de mercure à zéro, de $1^{\text{mmq}}$ de section, qui représente la valeur de l'ohm, est de $1063^{\text{mm}},3$.

» Ce résultat est la moyenne brute des expériences sans aucune distinction. Toutefois une discussion plus attentive, dans laquelle on met à part les expériences qui présentent le plus de garanties, soit par la grandeur des impulsions, soit surtout par les conditions dans lesquelles les sensibilités des deux galvanomètres étaient comparées, en tenant compte aussi de quelques corrections accessoires, conduit à considérer le nombre 1063 comme étant un peu trop élevé. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'application des lois de l'induction à la théorie hélio-électrique des perturbations du magnétisme terrestre.* Note de M. QUET.

« Les travaux que j'ai adressés, dans ces derniers temps, à l'Académie peuvent être considérés à deux points de vue :

» D'un côté, ils comprennent une suite de propositions nouvelles sur l'induction électrique, par exemple la loi de l'induction produite par le mouvement de translation d'un système de courants électriques; une autre loi sur l'induction due à la rotation du système autour d'un axe; des propositions sur l'induction causée par la variation d'intensité des courants, soit dans un cercle ou dans une spirale plate, ou bien dans un solénoïde sphérique, soit encore dans un système quelconque de circuits plans de très petites dimensions, et aussi diverses autres lois.

» D'un autre côté, j'ai appliqué ces lois à la discussion précise de la théorie, dans laquelle la plupart des variations du magnétisme terrestre sont attribuées à l'action directe du Soleil sur notre globe. C'est ainsi que j'ai

trouvé, pour les principales forces élémentaires d'induction, une période d'un jour solaire moyen, une inégalité horaire de douze mois, une variation annuelle et une période dont la durée est égale à celle de la rotation apparente du Soleil autour de son axe. Cette dernière période, qui est constatée par de nombreuses observations, n'est donnée que par la théorie de l'action directe; au besoin, elle pourrait faire connaître, à l'aide de simples observations magnétiques, la vitesse de rotation du Soleil autour des on axe.

» Quel que soit le sort que l'avenir réserve à la théorie de l'action directe, les propositions et les lois que j'ai démontrées n'en subsisteront pas moins; celles-ci forment donc, dès aujourd'hui, les diverses parties d'un chapitre nouveau de la mécanique électrique.

» Je vais maintenant examiner avec quelques détails les effets des orages électriques du Soleil sur la Terre. Ces orages se passent très loin de nous et l'on pourrait craindre que, à cause de l'énorme distance, le contre-coup sur la Terre ne fût insensible, si les variations d'intensité n'étaient excessives et hors de toute proportion avec les changements que nous pouvons opérer nous-mêmes dans les courants électriques. Mais on peut lever cette difficulté. Supposons, pour un moment, que les courants du Soleil soient distribués, à sa surface, sur des cercles parallèles, se succédant d'hectomètre en hectomètre, et que la masse induite située à la distance de la Terre se trouve dans le grand cercle parallèle à ces courants; d'après les lois et les calculs que j'ai donnés dans les *Comptes rendus* du tome XCVII (p. 800 et 993), pour la même variation d'intensité, l'induction solaire est au moins double de celle du multiplicateur de comparaison; elle est donc sensible comme cette dernière. Les courants solaires ne sont pas distribués comme nous venons de le supposer, mais cela n'empêche pas de voir ainsi qu'il est possible d'obtenir une induction sensible sur la Terre par des variations des courants solaires du même ordre de grandeur que celles de nos courants voltaïques. C'est aussi ce que l'on peut montrer de la manière suivante : Supposons que les courants solaires soient égaux, parallèles, de même aire de circuit, qu'ils éprouvent la même variation d'intensité et induisent une masse placée, à la distance de la Terre, dans le plan mené parallèlement aux circuits par le centre du Soleil. En outre, admettons qu'il y ait un courant par chaque mètre cube du volume de l'astre et que l'aire du circuit soit d'un décimètre carré : la force d'induction produite par chaque courant sera très faible et, d'après mes formules des *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 639, elle se trouvera représentée

par $\frac{\omega}{R^2}\frac{di}{dt}$, ou par $0,4592.10^{-24}\frac{di}{dt}$, si l'aire $\omega$ du circuit est d'un décimètre carré et que R soit la distance de la Terre au Soleil. Or le nombre de mètres cubes du Soleil est à peu près $1,3826.10^{27}$, ce qui constitue un très puissant multiplicateur. La résultante est donc $634,89\frac{di}{dt}$, ou environ 8 fois l'induction sensible qui nous a déjà servi de terme de comparaison.

» Lorsque les courants solaires varient brusquement d'intensité, la force d'induction, qui en résulte, doit saisir simultanément toutes les parties du fluide électrique de la Terre, et les perturbations magnétiques, qui en sont la conséquence, doivent commencer simultanément sur tous les points du globe : c'est, en effet, ce qui arrive lorsque les perturbations présentent un certain degré de généralité, par exemple dans les perturbations et orages magnétiques qui se sont succédé du 11 au 13 août 1880; des relevés photographiques ont été faits, indiquant les variations des éléments magnétiques correspondantes aux diverses heures de chaque localité. M. Grylls Adam a dressé les cartes de ces perturbations en ramenant le temps local à celui de Greenwich : un coup d'œil sur ces cartes suffit pour constater que les perturbations ont commencé simultanément dans toutes les stations d'observations magnétiques.

» L'observation a montré que les perturbations magnétiques ont une période décennale calquée sensiblement sur celle des taches solaires. Les uns, admettant l'égalité parfaite des deux périodes, en ont conclu que les deux phénomènes doivent avoir une cause première commune. D'autres, ne voyant pas quel rapport il peut y avoir entre les taches du Soleil et les perturbations magnétiques de notre globe, et n'ayant pas d'ailleurs la certitude que les deux périodes soient rigoureusement égales, ont douté de cette égalité et par suite de l'existence d'une cause première commune. Cette deuxième difficulté ne se rencontre pas dans la théorie hélio-électrique des perturbations magnétiques, puisque la cause des perturbations est dans le Soleil tout aussi bien que celle des taches; on peut alors concevoir plus aisément une cause première commune, et une simple comparaison aide à cette conception : on n'a qu'à se rappeler les expériences que j'ai présentées à l'Académie en 1852, et dans lesquelles j'employais une machine de Ruhmkorff, un œuf électrique et un galvanomètre. Lorsque le marteau de la machine était soulevé, l'aiguille du galvanomètre se déviait et il se produisait dans l'œuf une colonne de lumière stratifiée dont les couches obscures, vues par les bords, présentaient l'apparence de taches

parallèles. En remplaçant l'aiguille par une spirale d'induction, on aurait à la fois, dans des lieux différents, des taches sur une colonne lumineuse et une induction électrique. Cette comparaison doit être laissée dans les limites très restreintes que j'ai indiqués, ma pensée n'étant nullement d'examiner ici la nature et l'origine des taches solaires.

» Au reste, des faits particuliers semblent confirmer l'idée d'une relation entre les taches solaires et les perturbations magnétiques de la Terre. M. Carrington remarqua un jour dans un groupe de taches solaires une émission subite de vive lumière qui dura de $11^h 18^m$ à $11^h 23^m$, le 2 décembre 1857; et dans ce moment même les appareils de Kew enregistraient une forte perturbation magnétique. En 1859, M. Armströng observa, le 1er septembre, une coïncidence du même genre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Résistance apparente de l'arc voltaïque des phares.* Note de M. F. LUCAS, présentée par M. Cornu.

« L'arc voltaïque ordinaire des phares (*lumière simple*) jaillit entre les pointes de deux charbons Carré, de $16^{mm}$ de diamètre, dont l'écartement est maintenu à peu près constant ($4^{mm}$ en moyenne) par l'action d'un régulateur Serrin. L'introduction d'un arc voltaïque dans un circuit desservi par une machine magnéto-électrique à courants alternatifs produit toujours une diminution de l'intensité moyenne du courant; les choses se passent comme si l'arc était lui-même un conducteur dont la résistance $\zeta$ serait une fonction de deux variables, savoir : l'intensité I du courant électrique et l'écartement $\varepsilon$ des pointes des charbons. On peut donc poser

$$\zeta = \varphi(\mathrm{I})\psi(\varepsilon), \qquad (1)$$

$\varphi$ et $\psi$ étant deux fonctions inconnues qu'il s'agit de déterminer.

» Pour étudier la fonction $\varphi(\mathrm{I})$, on peut attribuer à $\varepsilon$ une valeur constante et faire varier I. Pour réaliser des expériences de cette nature, c'est-à-dire pour conserver à $\varepsilon$ une valeur à peu près invariable malgré les variations du courant, il serait difficile de donner à l'arc voltaïque une hauteur appréciable; il est facile, au contraire, de rendre $\varepsilon$ à peu près nul en maintenant au contact les deux bases circulaires des crayons; de cette manière $\psi(\varepsilon)$ devient $\psi(0)$ et prend une valeur constante que l'on peut représenter par l'unité. J'ai donc mis en contact par leurs pointes deux

crayons Carré de $16^{mm}$ de diamètre et de $0^{m},40$ de longueur libre entre leurs douilles de bronze. La résistance à froid de ce système (non compris l'augmentation de résistance résultant de la solution de continuité au contact des pointes) avait pour valeur $0^{ohm},135$. Sous le passage d'un courant d'intensité I, la résistance propre $y$ des deux crayons était donnée par la formule

$$(2) \qquad y = 0^{ohm},135\left(1 - \frac{I}{25^{amp} + 1,2I}\right),$$

que j'ai précédemment établie et indiquée dans les *Comptes rendus* du 31 mars dernier. Adoptant pour la machine magnéto-électrique un mode d'attelage fixe (les deux circuits en tension), je faisais varier l'intensité du courant électrique en disposant, d'une part, du nombre $n$ des tours que l'induit faisait par minute, et, d'autre part, de la longueur des câbles de cuivre (d'une résistance de $0^{ohm},000464$ par mètre courant) que je faisais entrer dans le circuit extérieur. Pour chaque valeur de I, mesurée au moyen d'un électro-dynamomètre, la résistance totale R du circuit extérieur était donnée par la formule

$$(3) \qquad R = \frac{12^{volts},88 + 0^{volt},218n}{I} - 0^{ohm},254 - 0^{ohm},00254n,$$

dont j'ai fait connaître l'origine dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 17 mars. En déduisant de R, d'une part, la résistance $y$ des charbons et, d'autre part, la résistance connue des câbles de cuivre, j'obtenais, pour chaque valeur de I, la résistance $\varphi(I)$ correspondante pour un arc voltaïque de hauteur presque nulle qui jaillissait entre les pointes des deux charbons. Dans ces expériences, l'intensité I a varié depuis $40^{amp}$ jusqu'à $75^{amp}$, et j'ai reconnu que les résultats obtenus sont représentés avec une grande approximation par la formule empirique

$$(4) \qquad \varphi(I) = 0^{ohm},40\left(1 - \frac{I}{80^{amp}}\right).$$

» La formule (1) devient, par conséquent

$$(5) \qquad \zeta = 0^{ohm},40\left(1 - \frac{I}{80^{amp}}\right)\psi(\varepsilon).$$

» Il reste à déterminer la nature de la fonction $\psi$ de l'écartement des charbons; j'ai réalisé dans ce but une autre série d'expériences. La résistance à froid du système de deux charbons de $16^{mm}$ de diamètre employés

dans ces nouvelles expériences était de $0^{ohm},094$; il entrait dans le circuit $49^{m}$ de câble de cuivre, présentant une résistance de $0^{ohm},023$; la vitesse de rotation de l'induit restait constante ($n = 430$ tours par minute), dans toutes les expériences. L'intensité I du courant devenait, dans ces conditions, une fonction de l'écartement $\varepsilon$ des pointes des charbons; avec un écartement sensiblement nul, j'ai obtenu $74^{amp},36$; avec $4^{mm}$ d'écartement, on avait $58^{amp},17$; avec $9^{mm}$, l'intensité tombait à $34^{amp},30$; pour un écartement de $10^{mm}$, l'arc voltaïque s'éteignait et le courant ne passait plus; les résultats des expériences ont pu s'exprimer par la formule empirique

$$I = 75^{amp}\left(1 - \frac{\varepsilon}{16^{mm},67}\right), \tag{6}$$

dans laquelle $\varepsilon$ peut varier depuis zéro jusqu'à $9^{mm}$.

» Pour chaque valeur de I, la résistance totale R du circuit extérieur était donnée par la formule

$$R = \frac{106^{volts},58}{I} - 1^{ohm},346. \tag{7}$$

» En déduisant de R la résistance des câbles de cuivre, ainsi que celle des charbons, on obtenait

$$\zeta = \frac{106^{volts},58}{I} - \frac{0^{ohm},094 I}{25^{amp} + 1,2 I} - 1^{ohm},463, \tag{8}$$

pour valeur de la résistance spéciale de l'arc voltaïque.

» Cela posé, considérons les formules (5), (6) et (8). Attribuant à $\varepsilon$ une valeur comprise entre 0 et 9, j'obtiens I par la formule (6); portant cette valeur de I dans la formule (8), j'obtiens $\zeta$; remplaçant ensuite I et $\zeta$ par leurs valeurs dans la formule (5), je calcule $\psi(\varepsilon)$. On peut ainsi déduire des expériences les valeurs de $\psi(\varepsilon)$ qui correspondent à diverses valeurs de la variable $\varepsilon$. Les résultats ainsi obtenus m'ont conduit à la formule empirique

$$\psi(\varepsilon) = 1 + \frac{\varepsilon}{1^{mm},4}. \tag{9}$$

» Ainsi, en dernière analyse, la résistance $\zeta$ de l'arc voltaïque peut être représentée par la formule

$$\zeta = 0^{ohm},40\left(1 - \frac{I}{80^{amp}}\right)\left(1 + \frac{\varepsilon}{1^{mm},4}\right). \tag{10}$$

» Avec une intensité de 50 ampères et un écartement de $0^{m},004$ entre les

pointes des crayons Carré, conditions normales de la production de l'arc voltaïque de nos phares, la résistance de cet arc est de $0^{ohm},58$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les courants telluriques.* Note de M. **E.-E. Blavier.**

« Depuis les dernières Communications que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie des Sciences, j'ai continué, à l'École supérieure de Télégraphie, mes expériences journalières sur les courants telluriques. Ces expériences ont conduit à des résultats intéressants, parmi lesquels je demande la permission de signaler les deux suivants :

» J'ai pris trois lignes différentes, situées l'une au nord de Paris, de Paris à Lille, la seconde sur le prolongement de la première, de Paris à Juvisy, et la troisième parallèle aux deux autres, mais située à $360^{km}$ environ de distance, de Nancy à Dijon. Cette dernière était en relation avec l'appareil enregistreur par les deux fils de Paris à Nancy et de Paris à Dijon. Quant aux résistances totales, elles étaient égales à 10000 ohms pour les lignes de Paris à Lille et de Nancy à Dijon, et à 1000 ohms seulement pour la ligne, beaucoup plus courte, de Paris à Juvisy. Ces trois lignes ont fourni des courbes absolument identiques. Les courants telluriques correspondent donc à un phénomène général et les circonstances locales (rivières, montagnes, etc.) n'ont sur eux aucune influence.

» Le second point sur lequel je désire appeler l'attention de l'Académie est encore plus important. J'ai comparé les courbes données par les courants telluriques aux courbes magnétiques de l'observatoire de Saint-Maur, que M. Mascart a eu l'obligeance de mettre à ma disposition. On reconnaît facilement que tout courant tellurique accidentel correspond à une perturbation magnétique, les lignes qui ont la direction du nord au sud étant affectées par les variations de la déclinaison, et celles qui vont de l'ouest à l'est par les variations de la composante horizontale. Mais, en examinant les courbes fournies par les deux phénomènes, il est aisé de voir que les courants telluriques correspondent aux variations du magnétisme terrestre ou, en d'autres termes, qu'elles en sont les dérivées, c'est-à-dire que leur ordonnée en chaque point est proportionnelle à la tangente trigonométrique de l'angle que forme avec l'axe la tangente à la courbe magnétique.

» Les courbes telluriques coupent l'axe qui correspond à l'absence de tout courant aux instants de maxima et de minima des courbes magnétiques. Les différences très faibles qu'on trouve sur les feuilles d'enregis-

trement des deux phénomènes tiennent à ce que les lignes de Paris à Dijon et de Paris à Nancy, sur lesquelles ont été faites les expériences, ne sont pas situées exactement dans la direction du méridien et du parallèle magnétiques.

» Si l'on admet, ce qui paraît hors de doute, que les variations magnétiques sont dues à des courants électriques, on peut déduire de la comparaison des courbes une conséquence importante.

» Lorsque la déclinaison augmente, le courant induit qui se développe dans les fils télégraphiques est de sens contraire à celui qui produit cette augmentation. Or, les courbes telluriques donnent à chaque instant la direction de ce courant induit : on peut donc en déduire celle du courant qui agit sur l'aiguille aimantée.

» Connaissant la direction de ce courant, on peut savoir, par le sens de la variation de la déclinaison ou de la composante horizontale, s'il existe au-dessus ou au-dessous de l'aiguille.

» L'examen des courbes montre qu'un accroissement de la déclinaison correspond toujours à un courant tellurique allant du nord au sud ; le courant électrique qui produit la variation magnétique doit donc aller du sud au nord, et, pour faire dévier l'aiguille aimantée vers l'ouest, il doit circuler dans les régions supérieures de l'atmosphère et non à l'intérieur de la Terre.

» La comparaison des courbes qui donnent les variations de la composante horizontale et les courants telluriques sur les lignes qui vont de l'est à l'ouest conduisent au même résultat.

» Enfin on arrive à la même conclusion en examinant le sens des courants qui produisent les mouvements journaliers et à peu près réguliers de l'aiguille aimantée. On sait que tous les jours, de $8^h$ du matin à $1^h$ de l'après-midi, le pôle nord de l'aiguille se meut vers l'ouest; pendant le même temps le courant tellurique induit marche en France dans les fils télégraphiques du nord-ouest au sud-est et correspond à un courant primaire ayant une direction inverse, dont l'intensité augmente. Pour produire le mouvement de l'aiguille, ce courant doit exister dans l'atmosphère.

» Ainsi donc les variations du magnétisme terrestre, régulières et accidentelles, sont dues à des courants électriques qui circulent dans l'atmosphère, à une distance plus ou moins grande du sol, et dont le circuit se complète soit directement s'ils enveloppent complètement notre globe, soit par l'intermédiaire de la terre, mais à une profondeur assez grande pour ne pas avoir d'action sur l'aiguille aimantée. Dans tous les cas ce cir-

cuit ne se complète pas par la surface de la terre, comme le pensait M. de la Rive. »

ÉLECTRICITÉ. — *Déterminer directement l'ordre de la cause du* déficit *des machines dynamo-électriques.* Note de M. G. CABANELLAS, présentée par M. Tresca.

« La réalité du *déficit* de puissance des machines dynamo-électriques n'est plus contestée aujourd'hui; mais des divergences absolues existent encore parmi les électriciens, lorsqu'il s'agit de déterminer la cause de ce travail *parasite* et de localiser son siège.

» M. le Dr Frölich l'a attribuée à des courants, dits de *Foucault,* induits, pendant la marche, par le magnétisme inducteur, dans le fer de l'armature du tambour *Von Alteneck* ou de l'anneau *Gramme.* Je pense que, généralement, avec les bonnes machines des deux types, le déficit est dû surtout à une cause d'ordre résistant électrique dont le siège est dans le *fil induit.*

» On voit que, en l'état actuel, il serait désirable que l'explication du Dr Frölich fût exacte, puisqu'elle permettrait, toutes choses égales d'ailleurs, d'espérer, de ce côté, un accroissement du rendement des machines, lorsqu'on aurait fait disparaître cette imperfection.

» En tout cas, il est intéressant et utile d'être fixé à ce sujet.

» La méthode mécanique directe, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, consiste à combiner un dispositif expérimental tel que, selon que l'un ou l'autre des effets serait réalisé dans la machine en essai, le déficit doive forcément se trouver compris dans deux mesures directes, qui devront être identiques, ou doive forcément ne se trouver compris que dans une seule, qui devra alors surpasser l'autre de la valeur de ce déficit connu. Il est bien entendu que, si la machine essayée comportait les deux genres d'effets nuisibles, l'expérience discernerait la proportion dans laquelle ils se partageraient le déficit.

» Jusqu'à présent, la mesure directe du couple mécanique, pendant la marche des machines dynamo-électriques, n'a été utilisée que pour les génératrices. Il est vrai que, pour une génératrice, la mesure est *indépendante* des résistances mécaniques passives (air, balais, paliers). Au contraire, pour une réceptrice, le couple mesuré doit être augmenté du couple résistant passif. J'ai donné une méthode électrique de détermination de la puissance mécanique passive des machines; mais, d'ailleurs, on va voir que nous n'aurons affaire ici qu'à la différence de deux mesures qui devraient

toutes deux être augmentées de ce passif, lequel se trouve, de fait, éliminé du résultat.

» Je suppose donc la dynamo montée sur paliers indépendants des électros, ces paliers portant les balais; les électros peuvent se déplacer librement autour de l'arête des couteaux qui les supportent dans le prolongement de l'axe des paliers. Je fais fonctionner la machine comme réceptrice travaillant sur frein ([1]), marquant $t$ kilogrammètres par seconde, à l'allure de $n$ tours par minute, sous un certain courant. Un certain effort tendra à faire tourner les électros dans le sens opposé au sens de la rotation de l'anneau. Je mesure le couple $c$, produit d'un certain poids, exprimé en kilos, par la longueur, en mètres, du bras de levier, lorsque les inducteurs sont ramenés à la position de leur équilibre avant le mouvement. Le travail, par seconde, de ce couple, sera $\frac{2\pi cn}{60}$ kilogrammètres. Si, à ce travail, nous ajoutons le travail mécanique passif, nous avons la totalité du travail régénéré mécaniquement par le récepteur.

» Or le travail $t$, du frein, additionné du même passif, nous donne une seconde expression du travail total régénéré mécaniquement.

» Si le phénomène nuisible est d'ordre dynamo-électrique, comme le pense M. Frölich, et a son siège hors du circuit prévu par le constructeur, on aura $\frac{2\pi cn}{60} > t$, et $\frac{2\pi cn}{60} - t$ sera tout le déficit, si ce genre d'effet existe intégralement.

» Au contraire, si notre théorie s'applique, intégralement, à la machine en essai, on aura $\frac{2\pi cn}{60} = t$, et, dans ce cas, le déficit devra être attribué à une *cause d'ordre résistant électrique* (accroissement de résistance métallique du fil induit, force contre-électromotrice de self induction, ou autre), ce phénomène résistant électrique ayant son siège dans le circuit prévu de la machine.

» Il me paraît utile de signaler cette méthode aux expérimentateurs, parce qu'elle offre l'avantage d'une netteté absolue de conclusion; elle

---

([1]) Les résultats seront d'autant meilleurs que le frein sera plus précis. Je rappellerai, à cette occasion, ma Communication sur le tarage et l'étalonnage électrique des appareils de travail et de mesure mécaniques. Une grande précision pourrait être obtenue par une *génératrice-frein;* l'anneau calé sur l'arbre récepteur, les électros sur couteaux, l'effort ou charge de ce frein, modifiable par variation arbitraire de son courant inducteur et de son courant induit ou seulement de l'un d'eux.

évite, en effet, tout raisonnement concluant, de ce qui se passe dans certaines conditions, à ce qui doit se passer lorsque ces conditions subissent une modification. C'est vraiment une méthode tout à fait directe. »

PHYSIQUE. — *Sur le point de congélation des dissolutions des sels des métaux biatomiques.* Note de M. **F.-M. Raoult**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai trouvé, pour les abaissements du point de congélation des dissolutions aqueuses des sels des métaux biatomiques, les résultats ci-après :

| | Formules (H = 1, O = 16). | Poids moléculaires M. | Abaissements du point de congélation pour 1gr de sel dans 100gr d'eau A. | Abaissements moléculaires M × A. |
|---|---|---|---|---|
| Chlorate de baryum...... | $Ba, 2ClO^3$ | 304 | 0,145 | 44,1 |
| Azotate de baryum....... | $Ba, 2AzO^3$ | 261 | 0,155 | 40,5 |
| Azotate de strontium..... | $St, 2AzO^3$ | 211 | 0,195 | 41,2 |
| Azotate de plomb........ | $Pb, 2AzO^3$ | 331 | 0,113 | 37,4 |
| Hypophosphite de baryum. | $Ba, 2PhH^2O^2$ | 267 | 0,190 | 50,7 |
| Formiate de baryum...... | $Ba, 2CHO^2$ | 227 | 0,215 | 49,0 |
| Acétate de baryum....... | $Ba, 2C^2H^3O^2$ | 255 | 0,193 | 49,2 |
| Acétate de magnésium..... | $Mg, 2C^2H^3O^2$ | 142 | 0,344 | 48,9 |
| Acétate de cuivre........ | $Cu, 2C^2H^3O^2$ | 181 | 0,171 | 31,1 |
| Acétate de plomb......... | $Pb, 2C^2H^3O^2$ | 325 | 0,068 | 22,2 |
| Iodure de baryum........ | $Ba, I^2$ | 391 | 0,130 | 51,0 |
| Chlorure de baryum...... | $Ba, Cl^2$ | 208 | 0,233 | 48,6 |
| » de strontium.... | $St, Cl^2$ | 158,4 | 0,320 | 50,7 |
| » de calcium...... | $Ca, Cl^2$ | 111 | 0,420 | 46,6 |
| » de magnésium... | $Mg, Cl^2$ | 95 | 0,514 | 48,8 |
| » cuivrique....... | $Cu, Cl^2$ | 134,2 | 0,360 | 48,4 |
| » mercurique..... | $Hg, Cl^2$ | 271 | 0,076 | 20,5 |
| Cyanure mercurique...... | $Hg, Cy^2$ | 252 | 0,069 | 17,5 |
| Hyposulfate de baryum ... | $Ba, S^2O^6$ | 297 | 0,075 | 22,0 |
| Sulfate de magnésium..... | $Mg, SO^4$ | 120 | 0,160 | 19,2 |
| Sulfate de zinc........... | $Zn, SO^4$ | 161 | 0,112 | 18,2 |
| Sulfate de cuivre......... | $Cu, SO^4$ | 159,2 | 0,113 | 18,0 |
| Chromate de magnésium... | $Mg, CrO^4$ | 140,2 | 0,139 | 19,5 |
| Succinate de magnésium... | $Mg, C^4H^4O^4$ | 140,0 | 0,171 | 23,9 |
| Malate de baryum........ | $Ba, C^4H^4O^5$ | 269 | 0,075 | 20,1 |
| Malate de magnésium..... | $Mg, C^4H^4O^5$ | 156 | 0,124 | 19,3 |

| | Formules (H = 1, O = 16). | Poids moléculaires M. | Abaissements du point de congélation pour 1gr de sel dans 100gr d'eau A. | Abaissements moléculaires M × A. |
|---|---|---|---|---|
| Émétique | $K,SbO,C^4H^4O^6$ | 335 | 0,055 | 18,4 |
| Citrate de magnésium | $Mg^3, 2C^6H^5O^7$ | 450 | 0,022 | 10,0 |
| Cobalticyanure de baryum. | $Ba^3, 2COCy^6$ | 840,6 | 0,063 | 52,6 |

» Il est à remarquer que les abaissements moléculaires des sels des métaux biatomiques ne dépassent point 53. Déjà nous avons constaté (*Comptes rendus*, 4 juin, 29 octobre 1883; 25 février 1884) que les abaissements moléculaires des acides, des bases et des sels alcalins n'atteignent jamais le nombre 50 [1].

» Pour distinguer les lois qui régissent les résultats ci-dessus, il convient d'écarter les sels produits par les bases faibles, tels que les acétates de plomb et de cuivre, le chlorure et le cyanure de mercure. J'ai observé, en effet, que les molécules des sels dont la formation s'accompagne d'un faible dégagement de chaleur ont une tendance à se grouper deux à deux au sein des dissolutions aqueuses, et à produire des abaissements moléculaires de congélation anormaux. Cette élimination faite, on remarque ce qui suit :

» *Tous les sels neutres, résultant de l'action des acides* monobasiques *sur les oxydes des métaux alcalino-terreux et terreux biatomiques, produisent un abaissement moléculaire de congélation compris entre* 41 et 48; *moyenne* 45.

» *Tous les sels neutres, résultant de l'action des acides* bibasiques *sur les mêmes oxydes, produisent un abaissement moléculaire de congélation compris entre* 18 et 22; *moyenne* 20.

» Il existe, entre ces résultats et ceux qui se rapportent aux sels alcalins, une relation très simple : *Toutes les fois que, dans la molécule d'un sel à acide monobasique ou bibasique, supposée dissoute dans* 100gr *d'eau,* 1at *de métal alcalinoterreux ou terreux biatomique est remplacé par une quantité*

---

[1] Parmi les sels alcalins dont la formule est bien établie, le mellitate de potasse,

$$K^6C^{12}O^{24},$$

est celui qui renferme le plus grand nombre d'atomes métalliques dans sa molécule, et qui, par conséquent, doit avoir le plus grand abaissement moléculaire de congélation; or l'abaissement moléculaire de congélation de ce sel n'est que de 48.

*équivalente (c'est-à-dire par $2^{at}$) d'un métal monoatomique, l'abaissement du point de congélation s'augmente d'une quantité à peu près constante, voisine de* 20. C'est ce que montre le Tableau suivant :

| | | | | Différence. |
|---|---|---|---|---|
| Ba, 2HO........ | 49,7 | 2(K, HO)...... | 70,6 | 20,9 |
| Ba, $2ClO^3$....... | 44,1 | 2(K, $ClO^3$)..... | 66,4 | 22,3 |
| Ba, $2AzO^3$....... | 40,5 | 2(K, $AzO^3$)..... | 61,6 | 21,1 |
| Ba, $2PhH^2O^2$.... | 50,7 | 2(K, $PhH^2O^2$)... | 72,2 | 21,5 |
| Ba, $2CHO^2$...... | 49,0 | 2(K, $CHO^2$).... | 70,4 | 21,4 |
| Ba, $2C^2H^3O^2$..... | 49,2 | 2(K, $C^2H^3O^2$)... | 69,0 | 19,8 |
| Ba, $Cl^2$.......... | 48,6 | 2(K, Cl)....... | 67,2 | 18,6 |
| Ba, $I^2$........... | 51,0 | 2(K, I)........ | 70,4 | 19,4 |
| Mg, $SO^4$......... | 19,2 | $K^2$, $SO^4$........ | 39,0 | 19,8 |
| Mg, $CrO^4$........ | 19,5 | $K^2$, $CrO^4$....... | 38,9 | 19,4 |
| Mg, $C^4H^4O^4$..... | 23,9 | $Na^2$, $C^4H^4O^4$.... | 45,1 | 21,2 |
| Ba, $C^4H^4O^5$...... | 20,1 | $K^2$, $C^4H^4O^5$..... | 41,9 | 21,8 |

» D'après cela, connaissant les abaissements moléculaires de congélation des sels neutres des métaux alcalinoterreux et terreux biatomiques, il est facile de calculer ceux des sels neutres formés par les mêmes acides avec les métaux alcalins; pourvu, toutefois, que ces acides soient monobasiques ou bibasiques.

» On peut, au moyen des données que j'ai fournies, calculer les abaissements à la congélation produits par les ÉQUIVALENTS des différents sels, dissous dans une même quantité d'eau. En rapprochant les résultats ainsi obtenus, on est conduit à la conclusion suivante, que j'ai, d'ailleurs, vérifiée par un nombre suffisant d'expériences directes : *Les doubles décompositions qui peuvent s'accomplir, sans formation de précipité, entre les sels neutres des métaux alcalins, alcalinoterreux ou terreux biatomiques, à acides monobasiques ou bibasiques, ne produisent jamais qu'un changement très faible ou nul dans le point de congélation du mélange.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation des amides en partant des sels ammoniacaux des acides organiques.* Note de M. N. MENSCHUTKIN, présentée par M. Wurtz.

« Les sels ammoniacaux des acides organiques monobasiques, en perdant une molécule d'eau, quand on les chauffe, donnent des amides. Cette réaction se prête à une étude quantitative, le sel ammoniacal pouvant être dosé, en présence de l'amide, par la titration avec une solution alcoolique de soude en présence de phénolphtaléine, comme je l'ai décrit

l'année dernière [1]. La formation de l'amide était effectuée en chauffant de petites ampoules contenant le sel ammoniacal, soit dans un bain de glycérine aux différentes températures, soit dans les vapeurs d'aniline (à 182°,5) ou de nitrobenzine (à 212°,5). A des intervalles déterminés, on prenait les ampoules du bain et l'on dosait le sel ammoniacal restant.

» Les amides se forment à des températures supérieures à 100°, avec une vitesse qui croît avec la température, et, après un temps suffisant, une limite est atteinte. La marche générale de la réaction, ainsi que sa représentation graphique aux diverses températures, sont complètement analogues à la formation des éthers composés dans la réaction des acides sur les alcools. Pour le démontrer, je donne la série suivante de la formation de l'acétamide en chauffant à 155° de l'acétate d'ammonium. Les chiffres représentent les parties centésimales de l'amide formée :

| 1h. | 4h. | 8h. | 12h. | 24h. | 72h. | 144h. | 192h. | 216h. | 240h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50,9 | 78,1 | 80,0 | 80,0 | 80,6 | 81,0 | 81,6 | 81,6 | 81,5 | 81,6 |

» Je résumerai les expériences sur la formation des amides dans les deux Tableaux suivants, dont le premier donnera la vitesse initiale de la formation des amides, c'est-à-dire la quantité de l'amide formée à la fin de la première heure de l'expérience à diverses températures. Le deuxième Tableau donnera les limites.

*Vitesses initiales de la formation des amides.*

| | 125°. | 140°. | 155°. | 182°,5. | 212°,5. |
|---|---|---|---|---|---|
| Formiate d'ammonium .... | 23,41 | » | 57,46 | » | » |
| Acétate » .... | 6,33 | 21,36 | 50,90 | 78,62 | 82,83 |
| Propionate » .... | » | » | 50,93 | » | » |
| Butyrate » .... | » | » | 42,46 | » | 82,24 |
| Isobutyrate » .... | 0 | 17,20 | 37,09 | 74,32 | 81,51 |
| Capronate » .... | 4,74 | » | 48,17 | 76,07 | 80,78 |
| Benzoate » .... | » | » | 0,75 | » | » |
| Phénylacétate » .... | » | » | 36,4 | » | » |
| Anisate » .... | » | » | 3,8 | » | » |

*Limites de la formation des amides.*

| | 125°. | 155°. | 182°,5. | 212°,5. |
|---|---|---|---|---|
| Formiate d'ammonium .... | 52,22 | » | » | » |
| Acétate » .... | 75,10 | 81,46 | 82,82 | 84,04 |

(1) *Comptes rendus*, t. XCVI.

| | 125°. | 155°. | 182°,5. | 212°,5. |
|---|---|---|---|---|
| Propionate d'ammonium... | » | 84,71 | 84,26 | 85,43 |
| Butyrate » ... | » | 84,13 | » | décomp. |
| Isobutyrate » ... | 77,87 | 84,67 | 83,79 | décomp. |
| Capronate » ... | 78,08 | 84,33 | décomp. | décomp. |
| Benzoate » ... | » | ? | » | » |
| Phénylacétate » ... | » | 81,5 | » | » |
| Anisate » ... | » | ? | » | » |

» Dans le Tableau des vitesses initiales de la formation des amides, on voit apparaître l'influence de la température, laquelle, en montant, augmente considérablement la vitesse de la formation des amides. Celle-ci est complètement dominée par l'isomérie des acides : la formation des amides des acides primaires s'effectue avec la plus grande vitesse, tandis que les acides secondaires et des acides tertiaires montrent les plus petites vitesses. Les acides aromatiques suivent la même règle : l'acide phénylacétique, acide primaire, montre une vitesse égale à 36,4 pour 100; les acides tertiaires, l'acide benzoïque et anisique n'ont que des vitesses insignifiantes. Dans les séries d'acides de même structure, la vitesse diminue avec l'augmentation du poids moléculaire de l'acide. L'acide formique montre la plus grande vitesse de formation de l'amide.

» Passons au second Tableau. Contrairement à la limite de l'éthérification, la limite de la formation des amides change avec le changement de la température et devient plus haute à mesure que la température augmente. Dans une autre Note, j'aurai occasion d'entrer dans la discussion de ce fait avec plus de détails. Quant à l'isomérie des acides, elle n'a pas d'influence sur la limite : la limite de la formation de la butyramide à 155° est de 84,13 pour 100, tandis que la limite de la formation de l'isobutyramide à la même température est de 84,67 pour 100. Il est à noter que, tandis que l'acide phénylacétique montre une limite égale à 81,5 pour 100, la vitesse de la formation du benzamide, ainsi que de l'anisamide, est tellement petite, que je n'ai pas atteint la limite de la formation de ces composés. A en juger par les expériences exécutées à 125°, l'acide formique aura la plus petite limite entre tous les acides; les autres acides saturés de la même série montrent à la même température des limites plus hautes à mesure que leur poids moléculaire s'élève.

» Voici les principales règles que j'ai observées dans la formation des amides; elles montrent la plus parfaite coïncidence avec les règles observées dans l'étude de la formation des éthers. C'est la raison pour laquelle je n'ai pas cru devoir étendre ces expériences. Ce fait, que les composés organiques, dans des réactions *différentes*, montrent *les mêmes* règles, en

rapport avec leur structure chimique, est, à mon avis, d'une importance majeure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un glucoside du Boldo.* Note de M. P. CHAPOTEAUT.

« Le Boldo (*Boldoa fragrans*), introduit en France dès 1868, est employé depuis longtemps en Bolivie dans les affections du foie; en 1874, MM. Bourgoin et Verne isolèrent des feuilles de Boldo une substance douée de propriétés très faiblement alcalines, qu'ils nommèrent *boldine*; cet alcaloïde existe bien, mais ses propriétés physiologiques sont si peu marquées, la quantité que les feuilles de Boldo en contiennent si peu importante ($0^{gr}$, 500 environ par $20^{kg}$ de feuilles), que j'ai cru devoir rechercher un autre produit permettant d'expliquer les propriétés médicinales de la plante; j'ai entrepris cette étude dans le laboratoire de M. Rigaud, à Neuilly; après avoir traité les feuilles de Boldo par l'alcool bouillant, puis évaporé ce liquide alcoolique, j'ai repris le résidu par l'eau légèrement acidifiée à l'acide chlorhydrique, afin d'éliminer complètement l'alcaloïde; cette solution, débarrassée de la plus grande partie des matières mucilagineuses, est agitée avec de l'éther ou du chloroforme; l'évaporation de ce véhicule fournit un corps sirupeux, transparent, de couleur à peine ambrée dont l'odeur et la saveur sont aromatiques.

» Cette matière s'entraîne par la vapeur d'eau, mais ne peut se distiller sans décomposition dans le vide ou dans un courant d'hydrogène; $1^{kg}$ de feuilles de Boldo en donne environ $3^{gr}$; voici les résultats de l'analyse élémentaire :

| | Trouvé. | $C^{30}H^{52}O^{8}$. |
|---|---|---|
| C | 66,9 | 66,6 |
| H | 9,8 | 9,6 |
| O | 23,3 | 23,8 |

» Elle appartient à la famille des Glucosides; car si on la chauffe avec l'acide chlorhydrique très étendu, elle se dédouble en glucose, chlorure de méthyle et en un corps soluble dans l'alcool et la benzine, insoluble dans l'eau, sirupeux, dont la composition centésimale correspond à la formule $C^{19}H^{28}O^{3}$.

| | Trouvé. | $C^{19}H^{28}O^{3}$. |
|---|---|---|
| C | 74,8 | 75 |
| H | 9,4 | 9,2 |
| O | 15,7 | 15,8 |

» J'ai observé que la solution de ce corps dans la benzine s'attaque par le sodium en dégageant de l'hydrogène et que ce composé sodique peut s'éthyler et se méthyler si on le traite par les iodures alcooliques.

» Le glucoside est assurément un éther dans lequel le glucose joue le rôle d'acide; quant à l'alcool combiné dont le produit $\text{Ɵ}^{19}H^{28}\text{Ɵ}^3$ est un dérivé débarrassé de méthyle, est-il un alcool ou un pseudo-alcool? Le peu de matière que j'ai à ma disposition et son prix très élevé ne me permettent pas, pour le moment, d'élucider cette question.

» M. le Dr Laborde, qui a commencé l'étude physiologique de ce glucoside, a constaté, dans une première série d'expériences, qu'un des principaux effets de cette substance introduite dans l'organisme, soit en injections hypodermiques (cobayes), soit en ingestion stomacale (chiens), est de produire rapidement et d'emblée un sommeil tranquille, plus ou moins durable, selon la dose, et dont les animaux sortent par un réveil naturel, puis reprennent sans aucun changement appréciable, dans leur état de santé, leur vie habituelle et leur appétit.

» M. Laborde a observé en outre que, à la suite d'injections intra-veineuses chez le chien, cette substance excitait et augmentait les diverses fonctions sécrétoires, notamment la sécrétion et l'excrétion biliaire, celle de la salive et de l'urine. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur l'hydraulicité. — Influence de la cuisson et de l'acide carbonique sur le durcissement des ciments siliceux.* Note de M. **Ed. Landrin.**

« Dans une précédente Communication, j'ai montré que, lorsqu'on cuit au rouge blanc un mélange intime de chaux pure et de quartz, dans les proportions du composé que j'ai désigné sous le nom de *pouzzo-portland,* le ciment obtenu a pour principaux caractères : 1° de faire légèrement prise au contact de l'eau; 2° de prendre une dureté considérable en présence de l'acide carbonique.

» Il était intéressant de voir si ce composé seul avait ces caractères et s'il ne pouvait pas en être de même pour d'autres mélanges de silice et de chaux; par exemple, pour ceux qui correspondent aux divers silicates de chaux.

» I. Je n'ai pas cru, toutefois, devoir étudier le silicate $SiO^2, 3CaO$; Berthier a fait, en effet, voir depuis longtemps que, sous l'influence des températures même les plus élevées, le composé correspondant à cette

formule reste pulvérulent et que l'eau en sépare beaucoup de chaux. J'ai montré moi-même que la chaux du Theil, dont la composition se rapproche très sensiblement de celle de ce silicate, perd, par l'action prolongée de l'eau, une forte proportion de chaux et que la partie insoluble dans l'eau correspond à la composition du pouzzo-portland. Il est du reste peu probable qu'un tel composé puisse exister dans les ciments portland, toujours scorifiés sous l'influence de la haute température nécessaire pour les produire industriellement.

» II. Le silicate $SiO^2, 2CaO$ a fixé plus particulièrement mon attention; c'est, en effet, à ce composé que la plupart des auteurs ont attribué le rôle prépondérant dans la prise hydraulique. Berthier, dans son *Traité des essais par la voie sèche,* dit de ce composé : « Il éprouve à peine un commence-
» ment de fusion, lorsqu'il est porté aux plus hautes températures et il se
» transforme par la chaleur en une masse, en partie scoriforme, en partie
» pulvérulente. » J'ai repris ces expériences et j'ai constaté qu'il était même extrêmement difficile d'obtenir des parties scorifiées dans la masse, si le mélange de quartz pur et de chaux pure était fait avec le plus grand soin.

» En chauffant le mélange correspondant à ce silicate, pendant huit à dix heures, à la température du rouge blanc dans un creuset en charbon doublé d'un creuset réfractaire, je n'ai pu obtenir qu'une seule fois ces parties scorifiées; dans tous les autres cas, la masse est restée pulvérulente.

» Cependant, si l'on examine les composés provenant de cette cuisson, il est facile de constater que la silice a été attaquée par la chaux à cette haute température, car le produit de la calcination est entièrement soluble dans l'acide chlorhydrique. Gâché avec de l'eau, le composé ainsi produit ne s'échauffe pas; il fait à peine prise, tout en se liant cependant au bout de quinze à vingt heures. L'action du temps n'augmente pas sensiblement la dureté de ce mortier; j'ai gardé, en effet, pendant un an ce composé dans des tubes fermés et remplis d'eau distillée, sans que sa dureté dépassât celle du savon.

» Mais si, au lieu d'immerger ce silicate dans l'eau pure, on l'immerge dans l'eau chargée d'acide carbonique, les phénomènes sont tout autres; non seulement il y a prise, mais encore la dureté va en augmentant chaque jour jusqu'à ce que l'acide carbonique soit totalement absorbé. Le ciment conservé sous l'eau pure, même pendant un an, sans avoir durci, se conduit de la même manière; aussitôt qu'on introduit dans l'eau d'immersion de l'acide carbonique, le durcissement se produit et progresse en raison de la quantité d'acide carbonique absorbée.

» III. En dernier lieu, j'ai étudié le composé $SiO^2CaO$. On sait, toujours d'après Berthier, que ce composé, chauffé au four à porcelaine, donne un culot un peu boursouflé, d'un aspect pierreux, à cassure grenue, à grains lamelleux et translucides, en même temps qu'on remarque, dans les cavités, des cristaux éclatants et nets, mais très petits. J'ai reproduit ce composé, en partant du quartz et de la chaux pure; mais, pour bien observer les métamorphoses qui se produisent dans cette cuisson, j'ai préparé trois produits : le premier A, pulvérulent, obtenu par la cuisson du mélange correspondant à $SiO^2CaO$, pendant une heure; le second B, fritté, provenant d'une cuisson prolongée pendant deux heures; le dernier C fut cuit pendant quatre heures, temps suffisant pour fondre la masse et obtenir par refroidissement le produit de Berthier.

» Les trois produits pulvérisés finement et traités par l'acide chlorhydrique se dissolvent également bien, ce qui montre en passant la facilité extrême avec laquelle la silice est attaquée par la chaux, même dans un temps très court, conformément aux expériences de H. Sainte-Claire Deville. Gâchés avec de l'eau, les deux produits A et B ne s'échauffent pas; ils font prise exactement comme des mélanges de silice hydraulique et de chaux; le produit C se conduit tout différemment : *il ne fait prise dans aucun cas, même si l'on prolonge, pendant plusieurs années, le temps d'immersion, se conduisant, à cet égard, comme une poudre absolument inerte.*

» Enfin, si l'on immerge, dans l'eau chargée d'acide carbonique, les deux produits A et B, ils y prennent une dureté extrême; il en est de même pour le produit fondu C, *qui fait alors prise et devient également dur.*

» Les conclusions à tirer de ces expériences sont faciles à déduire : 1° les silicates de chaux portés à de hautes températures font difficilement prise et, dans tous les cas, ne durcissent pas dans l'eau, conformément aux expériences de M. Fremy; 2° pour que la cuisson des ciments ait une action maximum sur la prise hydraulique du composé obtenu, il faut qu'elle soit conduite suffisamment pour que la chaux agisse sur la silice pour la transformer en silice hydraulique et non pour la transformer en un silicate fondu, comme cela résulte des expériences précédentes sur le corps $SiO^2CaO$ obtenu à trois états différents et qui, sous la forme C, ne fait plus prise dans l'eau; 3° l'acide carbonique est un facteur indispensable à la prise des ciments siliceux : *c'est celui seul qui détermine leur durcissement définitif.* Je montrerai, du reste, dans une prochaine Communication, vers quelle composition définitive tendent les composés hydrauliques produits par cette réaction réciproque de la silice hydraulique, de la chaux, de l'eau et de l'acide carbonique. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'existence du manganèse dans les vins et dans une foule de productions végétales ou animales.* Note de M. E.-J. Maumené.

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie le 31 mars dernier, et dont un extrait a été inséré page 845 des *Comptes rendus*, j'ai signalé l'existence du manganèse, à l'état de tartrate double de protoxyde et de potasse, dans trois vins d'une même contrée, le Beaujolais. Les localités où ces vins ont été préparés sont riches en manganèse. Quoique la proportion du tartrate double, trouvée dans ces trois liquides, soit trop faible pour jouer un rôle dans leurs propriétés alimentaires, j'ai cru devoir poursuivre cette étude en l'étendant aux vins, non seulement de France, mais de toute l'Europe. Voici les résultats obtenus :

| | | | Manganèse métallique, par litre. |
|---|---|---|---|
| Pommard, passe-tout-grain, | 1881 | | 0,0020 |
| Id. pineau, | 1878 | (Épincourt) | 0,0016 |
| Id. id. | 1883 | (grand clos) (¹) | 0,0000 |
| Montrachet, id. | 1883 | Cailleret | 0,0003 |
| Id. id. | 1883 | Sucré à $10^{kg}$ par hectolitre | 0,0002 |
| Id. id. | 1879 | Gelé accidentellement à 25° | 0,0004 |
| Id. id. | 1877 | Gelé à 10° | 0,0003 |
| Id. id. | 1883 | Gelé à 12° | 0,0004 |
| Id. id. | 1878 | Cailleret, gelé à 10° | 0,0005 |
| Id. id. | 1877 | Résidu de vin gelé (²) | 0,0001 |
| Beaujolais, gamay, | 1865 | Frontenas | 0,0003 |
| Id. id. | 1880 | Id. | 0,0002 |
| Id. id. | 1883 | Id. | 0,0006 |
| Id. id. | 1870 | Saint-Étienne-la-Varenne | 0,0001 |
| Id. id. | 1882 | Lissieu (Montvallon) | 0,0003 |
| Id. id. | 1870 | Chasselay (³) | 0,0004 |
| Bordelais, pineau, | 1881 | (⁴) | 0,0009 |
| Id. id. | 1882 | Cadillac | 0,0006 |
| Bourgogne, pineau et gamay, | 1878 | Clos Tavannes-Santenay (⁵) | 0,0008 |
| Languedoc, ? | 1883 | Marcorignan-Narbonne | 0,0002 |

(¹) Ces trois vins proviennent des caves de M. de Vergnette-Lamotte, Correspondant de l'Académie, qui a bien voulu me les remettre lui-même.

(²) Ces sept montrachets m'ont été remis par M. G. Latour, de Corpeau (Côte-d'Or).

(³) Les six vins de Beaujolais m'ont été remis par M. le Cte de Jouffray.

(⁴) Remis par M. de Saint-Girons.

(⁵) Remis par M. Renaud.

| | | | Manganèse métallique, par litre. |
|---|---|---|---|
| Languedoc, | ? | 1883 Bizanet | 0,0007 |
| Id. | ? | 1880 Bessan (Hérault) | 0,0012 |
| Roussillon, | ? | 1875 Perpignan | 0,0004 |
| Charolais, gamay, | | 1883 Châlon | 0,0014 |
| Dauphiné, | ? | 1883 Saint-Rambert d'Albon | 0,0002 |
| Algérie, | ? | 1882 Environs d'Alger | 0,0003 |
| Italie, | ? | 1883 ? | 0,0002 |
| Espagne, | ? | 1882 Alicante (1) | 0,0005 |
| Dalmatie, | ? | 1881 ? | 0,0008 |
| Roumélie, | ? | 1882 ? (2) | 0,0007 |
| Corse, | ? | 1883 Loreto, arrond. de Bastia (3) | 0,0018 |

» Voici 31 vins (34 avec ceux de ma première Note), de France, d'Europe et d'Afrique, contenant tous une quantité très appréciable de manganèse.

» Les liquides étaient tous dans un état normal ; ils contenaient de $\frac{9}{100}$ à $\frac{12}{100}$ d'alcool, de $18^{gr}$ à $30^{gr}$ résidu sec à 100° (les vins de Dalmatie et de Roumélie ont un résidu de $86^{gr}$ et $74^{gr}$), de $4^{gr}$ à $6^{gr}$ d'acides exprimés en $SO^3 = 40$.

» Une circonstance remarquable est la proportion presque nulle de tartre (bitartrate de potasse) dans presque tous ces vins; la cendre n'offre pas d'indice de fusion, le manganèse n'y peut être révélé sans ajouter quelques milligrammes d'azotate de potasse, le mélange de la cendre avec l'acide azotique ne donne pas la moindre effervescence. Je me propose de revenir très prochainement sur ce fait, dont on peut être surpris pour les vins de 1883, au moins.

» Les vins de Champagne ne me sont pas encore parvenus.

» On devait s'attendre à trouver du manganèse dans les lies, sinon dans les tartres; on en trouve dans les lies, mais le tartre cristallin n'en renferme pas de trace bien appréciable (nous n'avons examiné que deux échantillons).

» En résumé, le manganèse paraît exister dans tous les vins; je le regarde comme absolument accidentel. D'ailleurs la proportion en est si faible, que nous ne pouvons nous préoccuper un seul instant de son rôle;

(1) Ces neuf vins remis par M. Loup, de Vienne (Isère).

(2) Les deux vins de Roumélie et Dalmatie remis par M. Bourgoin, de Beaune.

(3) Remis par M. l'abbé Ricci.

fût-il dangereux, le manganèse ne peut produire un effet sensible dans l'usage des vins (rouges ou blancs; presque tous les vins examinés étaient rouges).

» Il n'en est pas de même dans les céréales.

» Je puis annoncer dès aujourd'hui que le blé, au moins celui du Beaujolais, renferme une quantité de manganèse métallique bien plus considérable que les vins. Sans donner un chiffre et pour fixer plus tard avec une grande précision la quantité du manganèse par plusieurs expériences, pour définir exactement le composé manganique dont le blé, le seigle et une foule d'autres productions végétales sont chargées, je dois prendre du temps; je n'annoncerais pas la grande proportion du manganèse dans le blé si elle n'était assez forte pour jouer un rôle dans l'alimentation et mériter une attention extrême. J'espère le démontrer dans une Communication très prochaine au moins pour le blé, sinon pour d'autres végétaux ([1]).

» Plusieurs matières animales renferment aussi du manganèse; je le constate aujourd'hui, et me propose d'étudier la proportion et l'état de combinaison de ce métal, qui semble jouer un rôle peut-être plus important que celui du fer dans la vie de l'homme et des animaux. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'assimilabilité de l'acide phosphorique contenu dans les roches et dans la terre arable.* Note de M. G. **Lechartier**, présentée par M. Debray.

« L'emploi des acides chlorhydrique et azotique, pour séparer d'une terre les divers principes fertilisants qu'elle contient, ne donne aucune indication sur la facilité plus ou moins grande avec laquelle ils seront assimilés par les végétaux. L'analyse brute d'une terre ne renseigne pas d'une manière suffisante sur son état actuel de fertilité.

» M. L. Grandeau, dans un remarquable travail sur les matières organiques du sol, a montré leur importance au point de vue de la nutrition minérale des plantes et a fourni le moyen de les extraire par l'emploi successif de l'acide chlorhydrique et de l'ammoniaque. De plus, M. Grandeau a réuni un ensemble de faits dans lesquels la fertilité de la terre

([1]) Dans les végétaux la répartition n'est pas uniforme; les pépins d'orange contiennent du manganèse, la peau n'en renferme pas. Dans le blé, le son et le gluten en renferment, l'amidon n'en contient pas.

arable s'est trouvée en rapport avec la quantité et la composition des matières organiques qu'elle contenait.

» Mais, en dehors de ces substances humiques, y a-t-il dans le sol des phosphates pouvant être assimilés directement par les végétaux?

» L'expérience directe m'a prouvé que l'acide phosphorique, dont j'ai signalé la présence dans les principales roches de Bretagne, peut être directement assimilé par les végétaux cultivés pour notre alimentation.

» J'ai institué des essais de culture de sarrasin dans des sols artificiels constitués au moyen de schistes et de granite privés de matières organiques et n'ayant subi d'autre traitement que la pulvérisation. La roche extraite en morceaux de la carrière a été lavée avec soin, séchée et pulvérisée. On a réuni, dans des pots en terre, $5^{kg}$ d'un mélange formé à poids égaux de poudre fine et de grains plus grossiers. A des mélanges identiques on a incorporé, d'une part, un engrais minéral complet contenant azote nitrique et azote ammoniacal, sulfate de chaux, sel de potasse et phosphates et, d'autre part, un engrais privé d'acide phosphorique et contenant le même poids des autres éléments fertilisants. Dans chaque pot, on a semé 5 graines pesant ensemble $120^{mgr}$ à $130^{mgr}$ et renfermant $1^{mgr},2$ d'acide phosphorique.

» L'addition de l'élément phosphaté aux autres principes fertilisants a produit un effet considérable; mais, dans tous les essais, la plante développée en l'absence de tout engrais phosphaté a puisé dans le sol une certaine quantité d'acide phosphorique.

» Voici les résultats comparatifs à l'appui de cette assertion :

| | Poids de la récolte sèche. | Acide phosphorique contenu dans la récolte. |
|---|---|---|
| N° 1. — *Schistes compacts gris bleuâtre* (*carrière de Saint-Cyr, Rennes*). | | |
| Engrais complet | $21^{gr},85$ | $0^{gr},257$ |
| Engrais sans acide phosphorique | 5,73 | 0,048 |
| N° 2. — *Schistes rouges de Pont-Réan* (*Ille-et-Vilaine*). | | |
| Engrais complet | 12,36 | 0,513 |
| Engrais sans acide phosphorique | 9,41 | 0,054 |
| N° 3. — *Granite de Sens* (*Ille-et-Vilaine*). | | |
| Engrais complet | 31,20 | 0,206 |
| Engrais sans acide phosphorique | 9,74 | 0,076 |

» Dans les essais sans phosphates, les pieds de sarrasin ont atteint des hauteurs variant de $0^m,11$ à $0^m,38$ : tous ont fleuri, et dans les essais nos 2 et 3 on a récolté des graines dont le poids s'est élevé à $3^{gr},263$ et $2^{gr},329$. On doit ajouter que les poids de ces diverses récoltes ne donneraient pas une mesure exacte du degré d'assimilabilité des phosphates contenus dans ces roches, parce que, dans l'essai n° 1, le développement de la plante a été notablement entravé par l'état physique du sol factice qui a pris, sous l'influence de l'arrosage, une compacité voisine de celle de l'argile. Les sols obtenus avec le granite et le schiste rouge se sont trouvés dans des conditions physiques beaucoup plus favorables pour la végétation.

» Ces roches contenaient en acide phosphorique, pour 1000 : schistes gris, 2,07; granite, 1,20; schistes rouges, 1,08.

» Les essais précédents n'étaient pas inutiles, attendu que la plupart des granites dans lesquels j'ai dosé l'acide phosphorique contiennent du fluor, et rien ne prouvait que les phosphates qui entrent dans la composition de la roche ne s'y trouvent pas à l'état d'apatite.

» Les phosphates contenus dans les schistes et les granites sont en partie solubles, soit dans l'acide acétique, soit dans une solution d'oxalate d'ammoniaque.

» $10^{gr}$ de la roche pulvérisée finement ont été mis en contact à froid, pendant vingt-quatre heures, avec $50^{cc}$ d'une solution contenant $10^{cc}$ d'acide acétique. Pour le traitement par l'oxalate, on a fait bouillir la poudre avec $250^{cc}$ d'eau et $5^{gr}$ de sel, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant pour éviter la concentration de la liqueur :

| | Acide phosphorique soluble | |
|---|---|---|
| | dans l'acide acétique (pour 1000). | dans l'oxalate d'ammoniaque (pour 1000). |
| Schistes gris | 0,49 | 1,43 |
| Granite | 0,16 | 0,98 |
| Schiste rouge | » | 0,40 |

» Nous ferons observer que, pour retrouver l'acide phosphorique dissous dans l'oxalate, il faut faire évaporer la solution, décomposer le sel par la chaleur et séparer ensuite l'acide phosphorique du résidu ferrugineux obtenu. Le nitromolybdate d'ammoniaque ne donne pas de précipité dans la solution d'oxalate, et plusieurs essais infructueux m'avaient d'abord conduit à considérer ces phosphates comme insolubles.

» Le même réactif dissout une certaine quantité de potasse pour 1000 : schiste rouge, 0,29; schiste gris, 0,29.

» Nous pensons donc que l'oxalate d'ammoniaque peut rendre des services dans de semblables déterminations, non seulement pour les roches, mais encore pour la terre arable. Nous nous appuyons sur ce fait que nous avons étudié, à savoir qu'une solution d'oxalate d'ammoniaque à l'ébullition dissout non seulement une certaine proportion des phosphates minéraux du sol, mais encore les matières humiques que l'on peut en séparer par le procédé de M. Grandeau. L'oxalate d'ammoniaque constitue un réactif pour évaluer le degré de solubilité des matières fertilisantes du sol, qu'elles soient ou non engagées dans les combinaisons humiques.

» Nous avons également essayé l'emploi, dans les mêmes conditions, des solutions de citrate et de tartrate d'ammoniaque. Dans une Note prochaine, nous publierons les résultats que nous avons obtenus dans l'action de ces dissolutions sur la terre arable. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur la combustion respiratoire;* par M. SCHÜTZENBERGER.

« Il y a quelques années, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences un travail fait en collaboration avec M. le Dr Quinquaud, sur la respiration des cellules de levure de bière. Nous y établissions les principales lois du phénomène. Dans nos expériences, la levure était délayée dans de l'eau aérée pure; l'utilisation physiologique de l'oxygène s'effectuait aux dépens des principes immédiats des cellules elles-mêmes.

» J'ai pensé à rechercher l'influence exercée sur la combustion respiratoire de ces cellules, par la présence dans le milieu oxygéné de certains principes organiques. Les résultats obtenus sont, en effet, de nature à fournir une mesure de la *combustibilité physiologique* des divers corps.

» *Méthode expérimentale.* — On dispose les uns à côté des autres, dans un local à température constante, autant de flacons bien bouchés, de $1^{lit}$ de capacité, remplis d'eau pure saturée d'oxygène à la pression de ce gaz dans l'air atmosphérique, que l'on veut faire d'essais comparables. L'un de ces flacons est conservé intact; dans les autres, on délaye $1^{gr}$ de levure en pâte, en ajoutant un poids connu de la substance soumise à l'expérience et en réservant toutefois un flacon monté uniquement avec de l'eau aérée et de la levure. Au bout d'un temps plus ou moins long (une à trois heures), on mesure le titre oxymétrique de chaque flacon.

» A côté de l'eau et de la levure j'ai fait intervenir : 1° les divers genres de sucres (sucre interverti, sucre de canne, sucre de lait); 2° la mannite; 3° divers alcools (alcools méthylique, éthylique, butylique, amylique; glycérine); 4° des acides tels que l'acide acétique, l'acide butyrique, l'acide tartrique; 5° divers sels (acétate de soude, oxalate d'ammoniaque, sel de seignette); 6° des composés amidés (glycocolle et homologues); 7° l'acide prussique et le chloroforme.

» *Résultats.* — Parmi ces substances, les unes sont sans action marquée sur le phénomène respiratoire, au moins aux doses auxquelles je les ai employées; d'autres provoquent une accélération sensible de la vitesse d'absorption de l'oxygène; quelques-unes, telles que l'acide prussique, le chloroforme, enrayent ou ralentissent énergiquement la combustion.

» Au nombre des composés qui activent l'absorption de l'oxygène dissous, nous devons placer en première ligne :

» 1° *Le sucre interverti* (mélange de glucose et de lévulose);

» 2° *L'alcool éthylique.* — De plus, pour ces deux produits, l'influence est à peu près équivalente. Le sucre de canne, le sucre de lait, la mannite ont une action positive, mais *beaucoup moins accentuée*. Il en est de même pour la glycérine et pour les homologues supérieurs de l'alcool éthylique.

» Quant à l'alcool méthylique, son influence est nulle ou faible s'il est pur, négative s'il est impur comme dans l'esprit-de-bois.

» Avec des composés très actifs, tels que l'alcool éthylique et le sucre interverti, l'influence positive se fait sentir tant avec une levure fraîche qu'avec une levure affaiblie par ramollissement physiologique et lavage subséquent [1]; dans ce dernier cas, l'influence positive est toujours plus marquée que dans le premier.

» Pour des composés peu actifs, l'influence positive ne s'accentue nettement que si l'on fait usage d'une levure épuisée et lavée. En effet, la levure fraîche renfermant des principes plus combustibles que ceux que l'on ajoute [2], l'effet de ces derniers ne pourra pas être bien manifeste; quelquefois même il se traduit alors par une diminution de l'activité respiratoire.

» L'acétate de soude doit être placé à côté de l'alcool éthylique, comme combustible actif.

---

(1) Une semblable levure délayée seule dans l'eau aérée ne respire plus que très difficilement et lentement.

(2) M. Pasteur a montré que la levure humide abandonnée à elle-même fournit de l'acide carbonique et de l'alcool formés aux dépens d'un de ses principes immédiats, un glucoside.

» Les Tableaux ci-joints résument quelques-unes de mes expériences. Les nombres déduits des analyses et inscrits dans les colonnes de séries n'ont qu'une valeur relative; ils expriment les fractions d'oxygène absorbé par $1^{gr}$ de levure, en une heure, à 15°, l'oxygène initial étant égal à 10.

*Série n° 1.*

| Nature du mélange. | Oxygène absorbé. |
|---|---|
| Eau seule | 0,0 |
| Eau et levure affaiblie | 0,6 |
| Eau et levure affaiblie + $2^{gr},5$ sucre interverti | 4,5 |
| Eau et levure affaiblie + $2^{gr},5$ sucre de canne | 1,6 |
| Eau et levure affaiblie + $2^{gr},5$ sucre de lait | 1,9 |
| Eau et levure affaiblie + $2^{gr},5$ mannite | 1,6 |
| Eau et levure affaiblie + $10^{cc}$ alcool éthylique | 4,5 |

*Série n° 2.*

| Nature du mélange. | Oxygène absorbé. |
|---|---|
| Eau seule | 0,0 |
| Eau et levure fraîche | 7,4 |
| Eau et levure fraîche + $2^{gr},5$ sucre interverti | 8,7 |
| Eau et levure fraîche + $5^{cc}$ alcool éthylique | 7,8 |
| Eau et levure fraîche + $5^{cc}$ alcool méthylique | 3,5 |
| Eau et levure fraîche + $5^{cc}$ alcool butylique | 5,8 |
| Eau et levure fraîche + $5^{cc}$ acide acétique | 5,5 |

*Série n° 3.*

| Nature du mélange. | Oxygène absorbé. |
|---|---|
| Eau seule | 0,0 |
| Eau et levure fraîche | 5,9 |
| Eau et levure fraîche + $2^{gr},5$ sucre interverti | 7,1 |
| Eau et levure fraîche + $5^{cc}$ alcool éthylique | 6,6 |
| Eau et levure fraîche + $5^{cc}$ alcool méthylique pur | 5,6 |

*Série n° 4.*

| Nature du mélange. | Oxygène absorbé. |
|---|---|
| Eau seule | 0,0 |
| Eau et levure fraîche | 4,4 |
| Eau et levure fraîche + $2^{gr},5$ sucre interverti | 7,2 |
| Eau et levure fraîche + $5^{cc}$ alcool éthylique | 6,5 |
| Eau et levure fraîche + $5^{cc}$ alcool méthylique | 4,4 |

*Série n° 5.*

| Nature du mélange. | Oxygène absorbé. |
|---|---|
| Eau seule | 0,0 |
| Eau et levure affaiblie | 2,4 |
| Eau et levure affaiblie + $2^{gr},5$ sucre interverti | 6,0 |
| Eau et levure affaiblie + $5^{cc}$ alcool éthylique | 5,6 |
| Eau et levure affaiblie + $5^{cc}$ alcool méthylique pur | 4,4 |

*Série n° 6.*

| Nature du mélange. | Oxygène absorbé. |
|---|---|
| Eau seule | 0,0 |
| Eau et levure affaiblie | 2,0 |
| Eau et levure affaiblie + $2^{gr},5$ sucre interverti | 6,0 |
| Eau et levure affaiblie + $25^{cc}$ alcool éthylique | 8,0 |
| Eau et levure affaiblie + $3^{gr}$ acide racémique | 2,0 |

*Série n° 7.*

| Nature du mélange. | Oxygène absorbé. |
|---|---|
| Eau seule | 0,0 |
| Eau et levure fraîche | 3,7 |

*Série n° 8.*

| Nature du mélange. | Oxygène absorbé. |
|---|---|
| Eau seule | 0,0 |
| Eau et levure conservée un jour | 2,3 |

| Nature du mélange. | Oxygène absorbé. |
|---|---|
| *Série n° 7 (suite.)* | |
| Eau et levure fraîche + $5^{gr}$ sucre interverti | 7,5 |
| Eau et levure fraîche + $5^{gr}$ sucre de canne | 5,0 |
| Eau et levure fraîche + $5^{gr}$ suc. de lait. | 3,7 |
| Eau et levure fraîche + $5^{gr}$ glycocolle. | 7,0 |
| Eau et levure fraîche + $5^{gr}$ sel de seignette | 4,5 |
| *Série n° 9.* | |
| Eau seule | 0,0 |
| Eau et levure fraîche | 2,0 |
| Eau et levure fraîche + $2^{gr}$,5 sucre interverti | 9,0 |
| Eau et levure fraîche + $10^{cc}$ alcool éthylique | 9,5 |
| Eau et levure fraîche + $20^{cc}$ alcool éthylique | 9,5 |
| Eau et levure fraîche + $30^{cc}$ alcool éthylique | 9,5 |

| Nature du mélange. | Oxygène absorbé. |
|---|---|
| *Série n° 8 (suite.)* | |
| Eau et levure conservée un jour + $10^{cc}$ alcool éthylique | 5,5 |
| Eau et levure conservée un jour + $5^{gr}$ glycocolle | 3,8 |
| Eau et levure conservée un jour + $10^{cc}$ alcool + $5^{cc}$ ac. prussique à 10 p. 100 | 1,3 |
| *Série n° 10.* | |
| Eau seule | 0,0 |
| Eau et levure fraîche | 4,2 |
| Eau et levure fraîche + $10^{cc}$ alcool éthylique | 6,0 |
| Eau et levure fraîche + $10^{cc}$ alcool méthylique | 1,6 |
| Eau et levure fraîche + $10^{cc}$ glycérine | 5,6 |
| Eau et levure fraîche + $6^{gr}$ acétate de soude | 7,2 |
| Eau et levure fraîche + $2^{gr}$,5 sucre interverti | 6,4 |

» Ces résultats établissent nettement que l'alcool éthylique est particulièrement apte à subir la combustion lente, physiologique. Son pouvoir, à ce point de vue, étant équivalent à celui du sucre interverti, on est en droit de se demander si ce dernier, avant d'être brûlé, ne subit pas la fermentation alcoolique. Dans ce cas, on s'expliquerait la place à part occupée par la glucose; et l'alcool éthylique, ainsi que les acétates alcalins, tiendraient le premier rang parmi les composés organiques combustibles dans l'organisme vivant. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la respiration des feuilles à l'obscurité.* Note de MM. G. **Bonnier** et L. **Mangin**, présentée par M. Duchartre.

« On admet souvent, d'après les travaux récents sur la respiration des êtres vivants, qu'il n'y a pas de corrélation absolue entre l'oxygène absorbé et l'acide carbonique émis. La variation la plus remarquable qu'on ait

signalée dans ces échanges gazeux est celle relative à l'influence de la température. C'est ainsi qu'on enseigne ordinairement que le rapport du gaz émis au gaz absorbé, dans la respiration, est variable avec la température. Pour les basses températures, chez les plantes respirant à l'obscurité, par exemple, le rapport du volume de l'acide carbonique émis à celui de l'oxygène absorbé serait plus petit que l'unité; il deviendrait égal à l'unité pour une certaine température qui dépend de l'être considéré, et supérieur à l'unité pour les températures plus élevées. D'où cette conséquence, entre autres, que les plantes, par leur respiration, assimilent de l'oxygène dans les régions froides, et perdent au contraire à la fois de l'oxygène et du carbone dans les contrées chaudes, et cela indépendamment de l'action chlorophyllienne des parties vertes à la lumière.

» Dans les études que nous avons faites précédemment sur les fonctions des Champignons [1], nous avons montré que l'énoncé de cette loi ne pouvait s'appliquer à ces végétaux sans chlorophylle, et que la valeur du rapport $\frac{CO^2}{O}$ du volume de l'acide carbonique émis à celui de l'oxygène absorbé est constante, quelle que soit la température.

» Mais, comme la loi citée plus haut a été établie surtout d'après les expériences faites sur des feuilles respirant à l'obscurité [2], nous nous sommes demandé si le résultat que nous avions obtenu serait le même en opérant sur les parties vertes des plantes ainsi soustraites à l'action chlorophyllienne.

» Les espèces soumises à l'expérimentation sont, pour la plupart, celles sur lesquelles des recherches avaient déjà été faites à ce point de vue (Pin, Fusain, Marronnier, Lilas, If, etc.)

» La méthode employée dans ces expériences est l'une de celles qui nous ont servi dans nos recherches sur les Champignons [3]. Des branches garnies de feuilles, cueillies immédiatement avant l'expérience, sont placées à l'obscurité dans une atmosphère confinée d'état hygrométrique constant, où elles séjournent pendant un temps toujours très court. En outre, les expériences comparatives ont toujours été faites en opérant sur

---

(1) *Comptes rendus*, 9 avril 1883.

(2) P.-P. Dehérain et Moissan, *Ann. Sc. nat.*, 5e série, t. XIX, 1874; Moissan, *Ann. Sc. nat.*, 6e série, 1879.

(3) G. Bonnier et L. Mangin, *Recherches sur la respiration et la transpiration des Champignons* (*Ann. Sc. nat.*, 6e série, t. XVII, 1884).

les mêmes individus, car on sait que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ peut varier avec l'âge des êtres ou des organes étudiés.

» Dans ces conditions, il n'y avait à craindre aucune erreur provenant soit de la fermentation propre des cellules, soit de l'accumulation d'une quantité importante d'acide carbonique dans l'atmosphère qui entoure la plante.

» Voici quelques-uns des résultats :

*Fusain du Japon* (Evonymus japonicus).

$$\frac{CO^2}{O} \cdots\cdots \begin{cases} 0,97 \text{ à } 0° \\ 0,98 \text{ à } 18° \\ 0,95 \text{ à } 24° \\ 0,99 \text{ à } 32° \end{cases}$$

*Marronnier d'Inde* (Æsculus Hippocastanum).

$$\frac{CO^2}{O} \cdots\cdots \begin{cases} 0,97 \text{ à } 0° \\ 1,0 \text{ à } 14° \\ 0,98 \text{ à } 25° \\ 1,0 \text{ à } 30° \end{cases}$$

*Pin maritime* (Pinus Pinaster).

$$\frac{CO^2}{O} \cdots\cdots \begin{cases} 0,66 \text{ à } 0° \\ 0,67 \text{ à } 17° \\ 0,63 \text{ à } 30° \end{cases}$$

» Des résultats analogues ont été obtenus avec les autres espèces étudiées.

» Ainsi, la loi précédemment citée est inexacte; on trouve, pour les feuilles à l'obscurité, comme pour les êtres sans chlorophylle, que *dans la respiration le rapport du volume de l'acide carbonique émis au volume d'oxygène absorbé est constant, quelle que soit la température*. La quantité d'acide carbonique dégagée augmente rapidement avec la température, et la quantité d'oxygène absorbée augmente exactement d'une manière proportionnelle; le rapport ne change pas.

» Ces mêmes expériences nous ont montré que, si la valeur du rapport $\frac{CO^2}{O}$ est voisin de l'unité pour un certain nombre d'espèces (Lilas, Marronnier, Fusain, etc.), ce rapport constant peut avoir une valeur plus petite dans d'autres espèces (0,67 pour le Pin maritime, 0,85 pour l'If, etc.).

» Si l'on rapproche le résultat principal que nous venons de citer

de ceux obtenus dans d'autres séries d'expériences où nous avons montré que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est constant quelle que soit la pression de l'oxygène, et constant aussi quelle que soit la proportion d'acide carbonique que renferme l'atmosphère limitée, on voit combien étroitement sont reliés entre eux ces deux phénomènes : l'absorption d'oxygène, l'émission d'acide carbonique, et combien leur réunion sous le nom de *respiration* se trouve par là même justifiée. »

MINÉRALOGIE. — *Addition aux associations zéolithiques des dolérites de la Chaux-de-Bergonne* (*Puy-de-Dôme*). Note de M. F. **Gonnard**.

« Un des gisements zéolithiques les plus intéressants du Puy-de-Dôme est celui que j'ai depuis longtemps signalé à l'extrémité sud de ce vaste plateau, qui longe la rive gauche de l'Allier, entre Issoire et Saint-Germain-Lembron, et qui est connu sous les noms de Chaux-de-Bergonne ou du Broc.

» Le développement des zéolithes est, en effet, d'autant plus remarquable en ce point que la dolérite, parfois magnétipolaire, qui recouvre de ses masses les dépôts sédimentaires du plateau, est une roche compacte, bien que ses fissures offrent d'assez abondantes concrétions calcaires. C'est à l'intersection des chemins de Gignat et du Broc qu'elle change subitement de nature et passe alors à une amygdaloïde, que j'avais d'abord assimilée à celle du Kaiserstuhl, mais qui se rapproche davantage de celle de Stempel, près de Marbourg.

» J'ai, dans mon premier travail (*Comptes rendus*, 18 décembre 1871), mentionné les cristaux de phacolite et de christianite, ainsi que les globules de mésole que renferme la roche de la Chaux-de-Bergonne.

» Outre ces espèces, j'ai pu constater, sur des échantillons recueillis plus récemment, l'existence de nombreux petits octaèdres de gismondine, blancs, à surface rugueuse, indiquant des macles multiples. De même que la christianite, ces cristaux forment, dans les soufflures de la roche, des agglomérations continues. Ces deux espèces minérales ne semblent pas d'ailleurs se réunir dans les mêmes vacuoles, mais bien en revêtir de distinctes de leurs enduits cristallins.

» J'ai pu trouver aussi, quoique beaucoup plus rarement, quelques petits cristaux de phillipsite sous forme de macles à double croix, telles

que celles de Capo di Bove (*Manuel de Minéralogie* de Des Cloizeaux, Atlas du tome I[er], *fig.* 181).

» Le gisement dont il est ici question est assez restreint; il n'apparaît guère que sur une étendue superficielle de 10 à 12 ares. Mais, en dehors de la quintuple association de zéolithes qu'il présente, et qui, à ma connaissance, est la plus variée de celles qu'on trouve dans les laves anciennes du plateau central de la France, il offre encore cet intérêt d'être le premier de gismondine qui ait été signalé dans le Puy-de-Dôme. »

ANATOMIE. — *Distribution spéciale des racines motrices du plexus lombo-sacré.* Note de MM. **Forgue** et **Lannegrace.**

« La première racine lombaire ne concourt pas à l'innervation du membre inférieur (cette racine se détriple chez le chien et le singe).

» La deuxième racine lombaire concourt :

» 1° A la formation du crural, et par lui à l'innervation du psoas-iliaque (fortement), du pectiné, du couturier, du droit antérieur, du vaste interne; 2° à la formation de l'obturateur et, par lui, à l'innervation du droit interne et du premier adducteur.

» La troisième racine lombaire concourt :

» 1° A la formation du crural et, par lui, à l'innervation du psoas-iliaque, du couturier, du droit antérieur, du vaste interne et du vaste externe; 2° à la formation de l'obturateur et, par lui, à l'innervation forte de toute la masse des adducteurs et du droit interne.

» La quatrième racine lombaire concourt :

» 1° A la formation du crural et, par lui, à l'innervation du psoas et du vaste externe; 2° à la formation de l'obturateur et, par lui, à l'innervation du grand adducteur; 3° à la formation du tronc lombo-sacré, par lui à la constitution du plexus sacré, et ainsi à l'innervation des muscles fessiers (nerfs fessiers); à l'innervation du biceps, du demi-membraneux, du demi-tendineux, de la portion condylienne du grand adducteur (branches collatérales du tronc sciatique); à l'innervation du jambier antérieur, des extenseurs des orteils et des péroniers (poplité externe); faiblement à l'innervation du triceps sural, du long fléchisseur commun des doigts et du long fléchisseur propre du gros orteil (poplité interne).

» *Nota.* — Au point de vue de l'innervation, le grand adducteur peut être considéré comme constitué par l'accolement de deux muscles, dont l'un

s'insérant sur la ligne âpre dépendrait des troisième et quatrième racines pour l'obturateur, dont l'autre s'insérant sur le condyle dépendrait de la quatrième racine par le sciatique.

» Il est important de remarquer que le groupe des muscles de la région antéro-externe de la jambe, qui est si rapidement éteint par l'atrophie musculaire progressive, n'est innervé que par une racine, la quatrième lombaire. Parfois, il est vrai, on trouve dans la troisième lombaire des fibres destinées soit aux muscles antérieurs, soit aux muscles latéraux de la jambe; mais ces filets erratiques sont rares.

» La cinquième racine lombaire se jette dans le plexus sacré et concourt à l'innervation de la fesse, de la cuisse, de la jambe. Elle prend part :

» 1° A l'innervation des muscles fessiers (nerfs fessiers); 2° à l'innervation des muscles fléchisseurs du jarret : demi-membraneux, demi-tendineux, biceps (rameaux du tronc sciatique); 3° à l'innervation du triceps sural, du jambier postérieur et des fléchisseurs des orteils (poplité interne).

» La première racine sacrée concourt : à la formation du sciatique poplité interne, et par lui à l'innervation de tous les muscles de la région postérieure de la jambe et de la région plantaire.

» La deuxième racine sacrée a la même fonction que la précédente; son influence sur les muscles postérieurs de la jambe est faible; son influence sur les muscles de la région plantaire est plus marquée.

» Les autres racines sacrées ne fournissent rien au membre inférieur; elles se distribuent aux muscles du périnée (et, en outre, chez les animaux aux muscles de la queue). »

» M. Laur présente, par l'intermédiaire de M. Daubrée, une coupe géologique détaillée du sondage exécuté à Montrond (Loire) jusqu'à une profondeur de $502^m,50$, et fournissant une nappe d'eau minérale accompagnée de beaucoup d'acide carbonique qui jaillit jusqu'à une hauteur de $35^m$ au-dessus du sol. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

// COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

# SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 5 MAI 1884,

PRÉSIDÉE PAR M. BLANCHARD.

M. **Émile Blanchard**, Président de l'Académie pour l'année 1883, prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Ma première parole sera pour l'homme illustre qui manque à cette séance et qui longtemps va manquer à la France et à l'Académie. M. Dumas occupait parmi nous une si grande place, qu'aujourd'hui chacun éprouve l'impression d'un vide immense.

» M. Dumas sembla sur le point d'embrasser une carrière modeste. Deux savants de Genève l'assurèrent que ses facultés l'appelaient à de brillantes destinées; — une collaboration à des travaux de Physiologie qui eurent un vaste retentissement ne tarda pas à en porter au loin la certitude. M. Dumas bientôt séduit par les études chimiques, ses talents se manifestent avec éclat. Admirable par l'exactitude dans tous les détails des expériences, c'est vers les plus hautes généralisations que tend son esprit, et il conçoit cette grande théorie des *substitutions* qui renouvelle les voies de la Chimie. Professeur incomparable, ses leçons donnant la science dans son caractère le plus exquis ravissaient par la précision et la grâce du langage.

» Notre Secrétaire perpétuel réalisait en lui un idéal; ce qu'il y a de

beau et d'enviable chez l'homme d'élite : l'autorité suprême, le premier rang dans une branche des connaissances humaines et l'intelligence claire, rapide de toutes les questions. Par un privilège rare, qui console, quand s'accumulent les années, M. Dumas parut toujours s'élever davantage; sa pensée se montrait plus forte et plus pure, sa parole plus chaude et plus éloquente. Dans les débats scientifiques, où l'on disait épuisés tous les arguments, M. Dumas, comme un général, maître d'une réserve bien cachée, apportait des arguments inattendus, et son art était si consommé qu'il laissait inquiets et charmés ceux qu'il n'amenait point à sa cause. Vous entendrez, Messieurs, la lecture de sa dernière œuvre. Nous l'écouterons avec respect, avec recueillement, comme le plus digne hommage que nous puissions rendre à la mémoire du savant illustre qui tant de fois fut applaudi dans cette enceinte.

» Je dois, Messieurs, vous entretenir des événements qui ont marqué dans l'Académie au cours de l'année 1883. Nos pertes, en plus grand nombre qu'il n'est habituel, ont été profondément ressenties. Dans cette séance, on n'oublie jamais d'évoquer, comme un pieux hommage, le souvenir des Confrères que la mort nous a ravis. On est encore si peu accoutumé à leur absence que volontiers on écouterait pour s'assurer qu'ils ne peuvent nous entendre.

» M. Charles Sédillot, que la maladie tenait à l'écart depuis quelque temps, a succombé après de longues heures de tristesse. Il était un des maîtres de la Chirurgie militaire. Par son enseignement et ses exemples, il avait donné un véritable lustre à l'École du service de santé de Strasbourg; par d'ingénieuses innovations, il avait servi les intérêts de l'humanité; en 1870, aux jours des cruelles épreuves, par son dévouement pour le salut de milliers de blessés réunis dans les ambulances de Haguenau, il avait mérité du pays.

» Après Sédillot, le baron Jules Cloquet, sympathique à tous par l'aménité du caractère. De bonne heure, il s'était rendu célèbre par de remarquables travaux d'Anatomie; il devint brillant professeur. Ainsi qu'on aime à se figurer le juste vers l'instant où la vie l'abandonne, il s'est éteint sans souffrances, à l'âge de plus de quatre-vingt-douze ans. On ose rarement souhaiter mieux à ses plus chers amis.

» D'autres sont tombés lorsqu'on attendait encore de leurs efforts d'importants résultats, lorsqu'ils espéraient tirer d'eux-mêmes de nouveaux tributs; ils sont tombés dans ce temps de la vie, où parfois l'homme

d'étude, éclairé par la recherche constante, peut-être exalté par la méditation, voyant s'ouvrir des perspectives pleines de grandeur, se flatte d'obtenir son plus beau succès, afin de mourir avec plus de gloire.

» M. Charles Bresse, ingénieur du plus réel mérite, n'a fait que passer dans notre Compagnie, où il semblait devoir occuper sa place pendant de longues années.

» M. Jules de la Gournerie a laissé d'unanimes regrets. Ingénieur, son nom reste attaché à de magnifiques travaux qui ont procuré d'inappréciables avantages aux ports du Croisic et de Saint-Nazaire. Géomètre, ses talents ne cesseront d'être rappelés par des vues neuves et originales. La Gournerie aimait toutes les choses qui élèvent la pensée. Entraîné par un penchant pour l'art, il conçut l'ambition de lui offrir le secours de la Science. Frappé de fautes de perspective dans les chefs-d'œuvre les plus admirés, il se proposait de les signaler pour l'instruction des peintres. Déception! il dut reconnaître une sorte d'incompatibilité entre l'Art et la Science du géomètre. Le regard mobile du spectateur embrasse l'espace, le tracé linéaire part d'un point strictement déterminé. La notion scientifique sera toujours précieuse sans doute, mais les impressions de l'artiste qui sait observer répondent avec plus de bonheur aux effets que saisissent les yeux.

» On déplore la perte de M. Victor Puiseux, le savant grave et silencieux. Pour ses Confrères, il était le mathématicien de premier ordre, dont les œuvres relatives à l'Analyse, à l'Astronomie, à la Mécanique céleste demeurent des modèles; pour ses élèves, le maître dont l'exposition précise, simple et d'une admirable clarté pénétrait l'esprit. Dans une société plus mondaine, on le disait le contemplateur des grandes scènes de la nature, le hardi explorateur des Alpes, qui le premier avait franchi des passages déclarés impraticables, escaladé des cimes réputées inaccessibles.

» Une vive émotion se répandit à l'annonce de la mort de M. Louis Breguet. L'âge semblait ne l'avoir point touché. On venait de le voir dans une réunion sous l'apparence d'une activité presque juvénile; mais il était atteint dans ses plus chères affections, dans son plus doux espoir et tout à coup le cœur cessa de battre. Breguet sut grandir un nom célèbre et même populaire dans les arts mécaniques dès le XVIII$^e$ siècle. Habile et ingénieux constructeur d'instruments de précision, il fournit à des savants un merveilleux concours. On lui doit des appareils d'une rare perfection qui permirent les expériences les plus concluantes sur la lumière et sur l'électricité. On ne compte pas les immenses services dont l'industrie lui est redevable.

» L'année finissait; nous pouvions croire qu'elle arriverait à son terme, sans nouveau deuil. Il n'en était rien. Le 23 décembre s'éteignait à son tour M. Yvon Villarceau. Épris, dans sa première jeunesse, d'art et de poésie, il avait rêvé le bonheur universel. Bientôt, jeté dans les voies de la Science, il se distingua tout d'abord par des travaux de Mécanique. Astronome, il fut l'observateur exact, le calculateur plein de talent dans l'étude des étoiles doubles et des comètes périodiques. Géodésiste, il s'est signalé par des déterminations rigoureuses de la longitude et de la latitude de divers points du sol de la France.

» Cette énumération achevée, il revient en mémoire un événement qui attrista profondément l'Académie et qui, au dehors, excita une douloureuse sensation. On s'en souvient : — le choléra sévissait en Égypte. N'était-ce pas une circonstance propice pour étudier le terrible fléau qui sème l'effroi parmi les populations menacées? Ainsi le pensa notre confrère M. Pasteur. Sous son inspiration fut organisée une mission composée d'hommes jeunes et résolus, instruits aux leçons du maître. Le 15 août, elle débarquait dans le port d'Alexandrie. A ce moment, quelles espérances animaient les vaillants investigateurs! En exposant leur vie, une idée puissante devait les encourager. Entrevoir une première vérité suffisante pour assurer la marche dans la poursuite des expériences compterait déjà parmi les succès dignes d'être salués avec honneur. Découvrir l'origine du mal, reconnaître les conditions de sa propagation et, comme but suprême, parvenir à conjurer les épidémies serait acquérir une gloire impérissable. Pendant l'ardeur du travail, un des membres de la mission, Louis Thuillier, fut terrassé par l'ennemi qu'il voulait combattre. Il mourait le 19 septembre. On le croyait destiné au plus bel avenir scientifique; « il était prêt pour tous les dévouements », a dit le meilleur juge. S'il n'est pas de consolation possible pour ceux qui l'ont aimé, ils garderont du moins un légitime orgueil du nom de Louis Thuillier, victime de son dévouement pour la Science et pour l'humanité.

» D'autres sujets éveilleront de plus agréables pensées. De nombreuses récompenses que décerne l'Académie vont être proclamées. Elles attesteront l'activité, les mérites, les talents des auteurs dans tous genres de recherches. Les prix tirant leur source de fondations particulières, les diverses branches de la Science se sont trouvées jusqu'ici fort inégalement partagées. Aujourd'hui, l'inégalité va disparaître, grâce à une donation superbe. M. Petit d'Ormoy a légué sa fortune à l'Académie, sous la simple condition d'instituer des prix.

» M. Alexandre Petit d'Ormoy, né à Paris le 20 mars 1811, fut élève de l'École Polytechnique. Officier d'artillerie à l'École d'application de Metz, l'état de sa santé le contraignit à l'abandon de la carrière militaire. En situation de garder l'indépendance, cet homme, qu'on disait aimable et d'un cœur excellent, se passionnait à l'idée de tous les progrès et dans le silence se livrait à différentes études, l'esprit toujours attentif à l'égard du mouvement scientifique. M. Petit d'Ormoy, ayant perdu ceux qu'il affectionnait, prit aussitôt la résolution de donner son héritage à l'Académie. Il mourait à Nice le 24 février 1881. Son nom prend place désormais parmi ceux des bienfaiteurs de la Science.

» Depuis quelques années, par une libéralité de M. Lacaze, des prix de 10000$^{fr}$ sont attribués à la Physique, à la Chimie, à la Physiologie. L'Académie a jugé qu'elle ne pouvait mieux honorer la mémoire de M. Petit d'Ormoy qu'en fondant sous son nom deux prix d'égale valeur, l'un pour les Sciences mathématiques, l'autre pour les Sciences naturelles. Pour la première fois, ils seront décernés dans cette séance, et l'on aura toute raison d'applaudir les lauréats des nouveaux concours.

» Plus d'une fois, on a esquissé le tableau de la civilisation moderne née des applications de la Science : la Mécanique donnant des moyens de locomotion extraordinaire et créant des machines qui accroissent, dans des proportions inouïes, les forces productives; la Physique employant l'électricité à la transmission de la pensée et même de la parole, comme à la production de lumière; la Chimie multipliant les procédés d'extraction des matières les plus utiles, et alors faisant surgir de florissantes industries. Ainsi sont venus pour les masses un bien-être et des facilités de la vie autrefois inconnus, pour un grand nombre l'aisance et la fortune, pour le pays la richesse. Il est curieux, vraiment, d'observer en philosophe le monde acceptant, comme d'une providence, les bienfaits que la Science a répandus!

» A l'heure où nous sommes, après les études les plus persévérantes, après une multitude d'expériences des plus délicates, la Science réussit à protéger nos troupeaux contre les maladies qui peuvent les anéantir; après des observations infinies, à défendre les récoltes contre les bêtes malfaisantes.

» A considérer la Science actuelle, que de résultats ne faut-il pas attendre pour l'avenir! Le naturaliste, avide de reconnaître les actions qui s'effectuent dans les organismes vivants, espère que viendra le jour où il sera

possible de tirer parti de notions tout à fait assurées. Déjà, ayant vu comment se forme la soie chez l'humble animal qui la donne, il ne peut plus douter qu'on ne parvienne, à l'imitation de la nature, à fabriquer la plus belle matière textile qui soit au monde. On serait alors dispensé pour toujours de porter notre or à la Chine ou au Japon en échange de la matière première ou de l'être qui la produit. Ce n'est pas l'instant de nous y arrêter.

» Des circonstances, je tiens la mission de vous parler de la Science qui ne rapporte pas d'argent, de la Science trop souvent entravée par la pénurie des ressources. Je ne me plains pas de mon sort. Ce n'est pas sans jouissance qu'on est amené sur le terrain où l'investigateur, après avoir vu jusqu'où a été portée la Science, n'a d'autre mobile que l'idée de la conduire plus loin; après avoir mesuré jusqu'où a monté la pensée humaine, d'autre rêve que de l'élever plus haut. Si une vérité nouvelle est conquise, c'est aussi une richesse qui s'ajoute au patrimoine du monde civilisé.

» Des observations et différentes recherches qui réclamaient le concours de la Marine ont été réalisées. Les grandes navigations d'autrefois avaient rendu d'éclatants services à la Géographie et à l'Histoire naturelle. La France y avait pris une part glorieuse. Il y a moins d'un demi-siècle, le départ d'une expédition allant à la découverte de terres inconnues était un événement plein de mystère dont l'annonce frappait l'imagination. Le voyage durait plusieurs années, et les communications étaient si rares! Avec quelle anxiété n'attendait-on pas une nouvelle des navigateurs. On était agité par le désir d'un succès, par l'appréhension d'un désastre. S'il fallait renoncer à la découverte de terres inconnues, l'assistance de la Marine n'en demeurait pas moins indispensable à certains progrès. Longtemps, elle nous a manqué; elle nous a été rendue, et des actes importants ont été accomplis grâce aux lumières et au dévouement de nos officiers de marine. L'Astronomie, la Physique générale, l'Histoire naturelle ont ainsi profité d'un concours dont l'Académie est reconnaissante.

» L'Astronomie nous occupera un moment; c'est une science assez bien vue dans le monde. En 1882, le passage de la planète Vénus devant le disque du Soleil avait appelé les observateurs en diverses contrées. En 1883, il y avait une éclipse totale de Soleil, visible en certains points de la Polynésie.

» Une éclipse totale de Soleil : surprenant spectacle! L'astre qui nous éclaire étant entièrement caché par la Lune, se dessine autour du limbe une

pâle auréole (chromosphère) et apparaissent des protubérances rosées, flammes d'hydrogène incandescent qui s'élancent à des hauteurs dont l'idée seule est vertigineuse, 10000 à 50000 lieues, et se montre au delà une couronne d'un éclat doux et argenté. Aux lueurs qui se répandent, les paysages prennent des aspects d'une étrangeté sans pareille.

» En 1868, à Gunthor, dans l'Inde, M. Janssen avait obtenu un admirable succès dans l'étude des protubérances. Pris d'enthousiasme à l'idée de la fortune qui lui était offerte de compléter une œuvre magistrale, il ne se préoccupait guère des ennuis d'une longue navigation à travers l'Atlantique et le Pacifique. Il partait aux premiers jours du mois de mars pour l'île Caroline, située à peu près sous le même méridien que Taïti, mais à environ 200 lieues plus au nord [1].

» Le voilà sur l'île déserte où l'on verra, le 6 mai, s'accomplir le phénomène attendu. Notre Confrère est radieux en songeant que l'éclipse aura une durée exceptionnelle : cinq minutes (cinq minutes, vingt secondes). Chacun se représente cette durée ; à une station de chemin de fer, à l'arrivée du train rapide, lorsque éclate le cri : cinq minutes d'arrêt, parmi les voyageurs qui comptaient sur un plus long répit, c'est une sorte d'effarement ; dans la foule, on murmure : cinq minutes, mais ce n'est le temps de rien. Le temps de rien ! Ce n'est pas à M. Janssen qu'il faudrait à certaines heures tenir un semblable discours. Les cinq minutes dont il disposait lui ont suffi pour faire une nouvelle découverte dans la constitution du Soleil, particulièrement dans la nature de la couronne. Pour la consolation de ceux qui s'affligeraient de n'avoir jamais exécuté aucun ouvrage important dans l'espace de cinq minutes, il est juste de dire qu'un tel bonheur est la récompense des hommes seuls qui de longues années se sont voués à un labeur opiniâtre et qui jouissent du privilège d'une sagacité peu ordinaire.

» Le 12 novembre dernier, entrait dans le port de Cherbourg le navire de la marine nationale *la Romanche* ; il revenait du cap Horn, apportant une riche moisson d'études scientifiques.

» On trouvera sans doute intéressant de remonter à l'origine de sa mission.

» C'était en 1875 ; un lieutenant de vaisseau de la marine impériale

---

[1] Il était accompagné de M. Trouvelot, attaché à l'Observatoire d'Astronomie physique de Meudon, et de M. Pasteur, photographe. — L'île Caroline se trouve par 152°20′ de longitude occidentale et 10° de latitude Sud.

d'Autriche, Charles Weyprecht, déjà renommé par ses voyages aux régions arctiques, qui trop tôt mourut au mois de mars 1881, avec une parfaite clairvoyance, déclarait hautement que, désormais, on tirerait peu de profit de simples courses à travers les glaces polaires; qu'on pouvait, au contraire, attendre les meilleurs résultats de recherches comparatives.

» En 1879, le lieutenant Weyprecht se préparait pour une expédition à la Nouvelle-Zemble, organisée aux frais du comte Hans Wilzeck, et, le 22 avril de la même année, s'ouvrait à Rome un Congrès international de météorologistes. Sur la proposition de MM. Wilzeck et Weyprecht, on décida de provoquer une Conférence en vue d'arrêter un projet pour l'exploration scientifique des régions polaires. Les membres du Congrès furent invités à prendre part à une première réunion qui se tiendrait à Hambourg, le 1er octobre. — La Science française y a été dignement représentée par M. Mascart, directeur de notre Bureau Central météorologique. On résolut de faire appel à tous les gouvernements, afin d'obtenir l'assistance la plus efficace pour le succès des entreprises. Deux fois encore, la Conférence se réunit : le 7 août 1880 à Berne, le 1er août 1881 à Saint-Pétersbourg. On adopta un programme. Sur divers points des contrées circumpolaires, il s'agissait de poursuivre, simultanément et d'après le même plan, des observations de Météorologie, de Magnétisme, d'Astronomie, enfin des recherches d'Histoire naturelle.

» L'Angleterre, les États-Unis, le Danemark, la Suède, la Norvège, l'Autriche, la Russie s'engagèrent à occuper des endroits désignés dans les régions arctiques; la France et l'Allemagne iraient aux régions antarctiques : la première au cap Horn, la seconde aux îles de la Géorgie du Sud.

» L'Académie ne négligea rien pour la mission du cap Horn. Les Ministres de la Marine, l'amiral Cloué, l'amiral Jauréguiberry, mirent empressement à servir la cause de la Science, et la Chambre des Députés, appréciant les plus nobles intérêts du pays, accorda les ressources nécessaires à l'exécution du projet.

» La *Romanche*, sous le commandement du capitaine Martial, ayant à son bord les officiers et les médecins de la marine chargés des observations et des recherches (1), partait le 17 juillet 1882 et arrivait à la baie Orange,

(1) MM. Martial, capitaine de frégate, chef de l'expédition; Courcelle-Seneuil, lieutenant de vaisseau, chef de la mission; Payen, lieutenant de vaisseau; Lephay, lieutenant de

au voisinage du cap Horn, le 6 septembre. Une fois à terre, commencèrent les opérations, tandis que le commandant Martial, livré à l'étude de la mer, parcourait les canaux de l'archipel Magellanique, visitait la terre des États et les îles Malouines.

» Aux terres Magellaniques froides et humides, l'hiver et l'été diffèrent à peine; la meilleure saison ressemble aux mois d'octobre et de novembre en Écosse et en Norvège. En un mois, la pluie tombe vingt-cinq jours, souvent accompagnée de grésil, de neige ou de grêle, et rares sont les jours ensoleillés. Sur l'archipel de la Terre-de-Feu, où vit une population qui donne le spectacle de l'existence la plus primitive, la nature a pauvre apparence.

» Les études des membres de la Mission du cap Horn vont prendre une extrême importance par la comparaison avec les observations suivies dans l'hémisphère boréal, ainsi que par la comparaison de la flore et de la faune avec celles du continent américain et des contrées arctiques.

» Du 1er juin au 30 août 1883, l'éclaireur d'escadre *le Talisman,* armé pour la Science, errait le long des côtes d'Afrique, du Maroc au Sénégal, dans les parages des îles du cap Vert, des Canaries, des Açores et dans la mer des Sargasses. Pendant cette course, notre Confrère M. Alphonse Milne-Edwards et tout un groupe de naturalistes exploraient les grandes profondeurs de la mer ([1]). Les résultats de la campagne ont été brillants. Très appréciés du monde scientifique, ils ont frappé le public éclairé. On a pu voir avec quelle faveur, avec quelle intelligente curiosité toutes les personnes dont l'esprit s'éveille au récit des conquêtes de la Science se plaisaient à considérer les êtres étranges qui vivent dans les abîmes de l'Océan.

» Il y a un peu plus d'une vingtaine d'années, physiciens et naturalistes déclaraient que les mers ne pouvaient être habitées loin du littoral. Ils s'accordaient pour croire impossible la vie de toute créature à de grandes profondeurs. On représentait le lit de l'Océan comme un immense désert où règnent les plus profondes ténèbres.

---

vaisseau; Le Cannellier, enseigne de vaisseau; Hyades, médecin de 1re classe de la marine; Doze, lieutenant de vaisseau; de Lajarte, lieutenant de vaisseau; René de Carfort, lieutenant de vaisseau; de la Monneraye, enseigne de vaisseau; Hahn, médecin de 2e classe de la marine; Féart, officier d'administration. — Naturalistes adjoints à la mission à terre : Lebrun, Hariot, Sauvinet, préparateurs au Muséum.

([1]) MM. de Folin, Vaillant, Perrier, Filhol, Fischer, auxquels avaient été adjoints MM. Charles Brongniart et Poirault.

» Certes, il arrive à de pénétrants observateurs, par une suite de déductions établies sur une vérité reconnue, d'annoncer un fait dont la vérification se fera longtemps attendre. Quand ces observateurs sont morts et que leur prévision a été justifiée, on estime que c'était un trait de génie. Faute de ces belles opérations de l'esprit, lorsqu'on suppose, on se trompe presque toujours. Pour l'enseignement du monde tout entier, la Science en offrirait les preuves les plus variées. Ainsi, on se trompait de la manière la plus absolue en imaginant que l'étendue des océans n'était qu'un prodigieux désert.

» Tout à coup, par une fortune singulière, on fut averti qu'il convenait de ne plus s'occuper d'opinions légèrement conçues, qu'il fallait simplement se livrer à la recherche.

» Des fragments de câbles, tombés au fond de la mer à $2000^m$ ou $3000^m$, avaient été relevés couverts d'animaux. Bientôt, les marines de la Suède, des États-Unis, de la Grande-Bretagne, ayant mis des navires à la disposition d'habiles naturalistes, on apprit que les êtres animés sont à profusion dans les abîmes. L'immensité des richesses qui reposent à quelques centaines de brasses au-dessous de la surface ne sera pas connue des générations actuelles, s'écriait un explorateur. Alors, merveilleuse révélation! Des formes inconnues viennent étonner les naturalistes; des types qu'on croyait éteints dans des âges géologiques très reculés apparaissent dans tout l'éclat de la vie. Des Mollusques, des Annélides, des Crustacés, des Zoophytes, tirés des profondeurs de quelques milliers de mètres, montrent les plus fraîches couleurs, les plus délicates nuances; beaucoup d'entre eux sont pourvus d'organes de vision. De pareilles créatures sont-elles donc faites pour les ténèbres? Dès les premiers pas dans une voie de recherche toute nouvelle, on dut s'apercevoir que le travail était gigantesque; on comprit que, longtemps, les plus saisissantes découvertes succéderaient aux découvertes. Notre marine prêtant son concours, M. Alphonse Milne-Edwards, avec plusieurs coopérateurs, fouilla les fonds de la mer, en 1880, dans le golfe de Gascogne; en 1881, dans la Méditerranée; en 1882, dans quelques parties de l'Atlantique. En 1883, le Ministre de la Marine, à la prière de l'Académie, ayant affecté au service de la Science un bâtiment de qualité supérieure [1], il en est résulté d'in-

---

[1] Le *Talisman*, commandé par M. Parfait, capitaine de frégate; l'état-major se composait de MM. Antoine et Jacquet, lieutenants de vaisseau; Gibory et Bourget, enseignes; Vincent, médecin de 1re classe; Huas, médecin auxiliaire; de Plas, officier d'administration.

comparables avantages. On a maintenant des engins très perfectionnés. Ce ne sont plus les lourdes dragues dont on s'était servi dans les précédentes explorations, mais des chaluts ou filets d'une construction des plus satisfaisantes; ce ne sont plus les énormes câbles encombrant le pont du navire, mais un mince câble de fils d'acier d'une solidité à toute épreuve.

» En descendant de la surface aux plus grandes profondeurs, de même qu'en s'élevant sur la montagne, c'est une succession de zones où la vie est représentée par des formes particulières. La campagne du *Talisman* a procuré la connaissance d'une multitude de poissons qui avaient échappé à toute recherche antérieure; êtres bien différents de ceux qui fréquentent le voisinage des côtes, types qui frappent par la singularité des caractères et dont l'abondance est extraordinaire. Autrefois, on le sait, on parla beaucoup d'une pêche miraculeuse. Comment faut-il appeler le coup de filet du *Talisman*, qui jette sur le pont plus de mille poissons et par centaines des Mollusques et des Zoophytes? Nombre d'animaux émettent la nuit une vive phosphorescence, mais que penser de ces étranges poissons qui portent, les uns au-dessous des yeux, les autres le long des flancs, des plaques lumineuses? On ne se figurait guère des abîmes de l'Océan où étincellent, comme en nos belles fêtes de nuit, des milliers de flammes, afin d'illuminer ou des scènes amoureuses ou des scènes de carnage. A plus de $3000^{m}$, les naturalistes du *Talisman* recueillent des espèces de différentes classes qui suscitent l'admiration : des Polypiers d'une étonnante beauté, d'énormes Holothuries roses ou violettes, des Crevettes d'un rouge de sang dont le rostre est une épée; d'autres, dont les antennes ou des pattes comme des fils d'une longueur démesurée, permettent de sonder l'espace. Puis, ce sont de magnifiques éponges ayant une charpente qui semble faite de verre filé, ou d'une certaine transparence, ou d'un blanc de neige.

» Le *Talisman* atteint la mer des Sargasses, les fameuses herbes flottantes que traversèrent péniblement les caravelles de Christophe Colomb aux premiers jours du mois de septembre 1492. Alors, les sargasses s'étalaient en masses pressées; aujourd'hui, hachées par le passage continuel des navires, elles sont éparses. Dans cette mer, on trouve un fond d'origine volcanique. M. Alphonse Milne-Edwards soupçonne qu'à plus de $4^{km}$ au-dessous de la surface des eaux court une grande chaîne parallèle à la côte d'Afrique, dont les îles du cap Vert, les Canaries, les Açores sont

les seuls points émergés. Il y a dans cette reconnaissance une indication qui deviendra sans doute précieuse quand seront tout à fait étudiées les formes de la vie sur les groupes d'îles et sur les terres les plus voisines.

» Au siècle dernier, le savant si amoureux des beautés de la nature que, pour les décrire, il ne jugeait jamais l'expression ni assez élégante, ni assez noble, Buffon avait montré les animaux distribués selon certaines lois. C'était un aperçu d'une grande portée.

» Dans la première période du siècle actuel, Georges Cuvier, antiquaire d'un nouveau genre, ainsi qu'il se nomme lui-même, parvenant, avec des débris arrachés à la terre, à reconstituer des êtres disparus dans leurs proportions et leurs caractères, de façon à les comparer à ceux qui vivent de nos jours, avait fourni des témoins des catastrophes qui, souvent, troublèrent le monde. En donnant presque l'apparence de la vie à des créatures éteintes à des époques reculées, s'étaient révélés des états de la surface du globe qui diffèrent à beaucoup d'égards de celui qu'il nous est permis de contempler.

» Notre siècle approche de sa fin et, par des sources d'informations depuis peu reconnues, commencent à jaillir de nouvelles clartés sur l'histoire du monde. L'observation patiente de la nature vivante nous conduit avec sûreté; les plus humbles créatures étudiées dans les conditions de leur existence nous instruisent des changements survenus à travers les âges dans la configuration des terres et des mers. Quand s'ouvrira un nouveau siècle, bien des Chapitres de l'histoire du globe seront inscrits; histoire d'un caractère si grandiose qu'il n'est guère de sujets plus capables d'attester les forces de l'esprit humain.

» Il fut des jours où l'esprit de la France, comme un souffle puissant, se répandait au loin, et pour la France il y avait honneur et gloire. De toutes les grandeurs, la grandeur intellectuelle est la plus rayonnante. Alors que s'élèvent de hautes aspirations pour toutes les formes de la pensée; alors qu'à chaque heure la Science éclaire davantage, comment ne pas souhaiter que tous les efforts s'unissent pour assurer par ces voies la grandeur de la Patrie! »

# PRIX DÉCERNÉS.

## ANNÉE 1883.

## GÉOMÉTRIE.

### PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Hermite, C. Jordan, Bouquet, O. Bonnet; Bertrand, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, propose à l'Académie de décerner le prix Francœur de l'année 1883 à M. **Émile Barbier.**

Cette proposition est adoptée.

## MÉCANIQUE.

### PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. Pâris, Rolland; Dupuy de Lôme, Mouchez, Jurien de la Gravière, rapporteurs.)

Ce prix, établi en vue d'encourager tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales, a été cette année, comme les années précédentes, partagé entre plusieurs concurrents.

Votre Commission a cru devoir attribuer :

1° A M. **Taurines** une somme de trois mille francs pour son travail en voie de publication intitulé : *Etudes sur les Machines marines;*

2° A M. **Germain**, ingénieur hydrographe, une somme de deux mille francs pour son *Traité d'Hydrographie;*

3° A M. **A. de Magnac**, capitaine de frégate, collaborateur de notre regretté confrère Yvon Villarceau, une somme de mille francs pour l'Ouvrage publié en 1877, sous le titre : *Nouvelle Navigation astronomique.*

Les motifs à l'appui des décisions de votre Commission sont résumés dans les trois Rapports suivants :

*Rapport sur l'Ouvrage de M.* Taurines; *par M.* **Dupuy de Lome.**

L'Académie se rappelle qu'en 1874 elle a décerné le prix Plumey à M. Taurines, pour la création de ses remarquables appareils dynamométriques.

Les uns servent à mesurer le couple de torsion, transmis à un arbre moteur par une machine d'une nature quelconque et des plus grandes puissances réalisées de nos jours; puissances qui, pour les moteurs des grands navires rapides, de guerre ou de commerce, se sont déjà élevées jusqu'à 12000 chevaux de $75^{kgm}$.

D'autres de ces dynamomètres mesurent la force exercée par l'hélice d'un navire en marche sur le palier de poussée.

D'autres, enfin, servent à mesurer la traction exercée par un navire, sous l'action de son moteur, lorsqu'on le retient à un point fixe, ou qu'on l'emploie à en remorquer un autre, en donnant ainsi la mesure exacte de la résistance du navire remorqué à telle ou telle vitesse.

Dans le Rapport que notre éminent confrère l'amiral Pâris a lu en 1874 à l'Académie, à l'appui de la décision décernant le prix Plumey à M. Taurines, on trouve déjà exposés bon nombre de résultats intéressants des expériences faites, soit par M. Taurines lui-même, soit par des Commissions de la Marine militaire, à l'aide de ces appareils dynamométriques.

Mais il était bien à désirer que les résultats complets de ces expériences fussent publiés, et que leur connaissance ne restât pas le privilège exclusif de quelques ingénieurs et officiers de Marine qui ont opéré avec les dynamomètres livrés par M. Taurines à la Marine de l'État.

Il y avait à réunir les résultats de ces expériences nombreuses et à les discuter dans un travail d'ensemble destiné à la publicité, autrement que

par quelques rapports partiels insérés dans le *Mémorial du Génie maritime*. C'est à ce travail que M. Taurines a consacré son temps pendant ces dernières années, avec un soin digne des encouragements de l'Académie des Sciences.

M. Taurines a remis à votre Commission du prix de six mille francs les épreuves d'un Ouvrage en voie de publication, imprimé à ses frais, qui est intitulé : *Études sur les machines à vapeur. Exposé historique et critique des expériences dynamométriques faites sur le rendement des machines marines.*

Votre Commission a examiné ce travail avec un vif intérêt. Elle y a trouvé bien coordonnés, bien discutés, les résultats d'un très grand nombre d'expériences des plus intéressantes pour l'art de la construction des machines et des propulseurs de navires.

Elle y a relevé les chiffres nombreux des rapports entre le travail transmis aux arbres porte-hélices et celui exercé par la pression de la vapeur sur les pistons moteurs, travaux constatés au dynamomètre de torsion d'une part, et à l'indicateur de Watt d'autre part.

Ils donnent la mesure du travail perdu par les frottements ou dépensé par les pompes à air, pompes de circulation d'eau de condensation, pompes alimentaires, etc.

Ces rapports se sont élevés, *en route libre*, à l'allure normale des machines, jusqu'à 86 pour 100, et très rarement à moins de 80 pour 100, faisant ainsi ressortir à 29 pour 100 au plus, et parfois seulement à 14 pour 100, l'ensemble du travail de frottement ou de service absorbé par la machine elle-même.

Mais, dans le cours des expériences de *traction au point fixe*, lorsque le nombre de tours de la machine s'est nécessairement réduit, l'hélice ou la roue ne pouvant tourner, *dans ce cas d'un navire immobile*, que par l'entraînement de l'eau sur laquelle le propulseur s'appuie, la pression sur les pistons moteurs atteint son maximum, et alors aussi le rapport entre le travail sur l'arbre et celui produit par la pression sur les pistons est descendu jusqu'à 70 pour 100.

Ces faits démontrent la vérité déjà entrevue par ailleurs de l'augmentation des résistances passives dues aux frottements, dans un rapport plus grand que celui des pressions exercées, lorsque ces pressions dépassent certaines limites par centimètre carré du métal comprimé dans les coussinets et autres articulations.

En comparant le *travail de torsion* transmis à l'arbre porte-hélice avec le

travail *finalement utilisé* et qui résulte du produit de la multiplication de l'effort de poussée de l'hélice par la vitesse de marche du navire, on verra ressortir, pour les hélices différentes, l'influence des éléments de leur constitution, tel que le rapport de la surface du cercle enveloppe au nombre de chevaux moteurs, le rapport du pas au diamètre, la variation ou la constance du pas dans la largeur des ailes, le nombre de ces ailes, leur plus ou moins grande finesse de forme pour couper l'eau, le poli plus ou moins parfait de leur surface, etc.

Les appareils de M. Taurines permettent *seuls* de faire ces études avec la précision voulue, puisqu'il est démontré, par les expériences précitées, qu'entre le nombre de chevaux développé sur les pistons (travail mesuré à l'indicateur) et le nombre de chevaux transmis à l'arbre porte-hélice (travail moteur réel mesuré au dynamomètre) la partie de la puissance absorbée par la machine elle-même pour les frottements et les pompes diverses est une fraction plus ou moins grande de la puissance perçue à l'indicateur, suivant l'intensité de la pression, la perfection de l'ajustage et la manière dont s'opère la lubréfaction des surfaces frottantes.

L'emploi des appareils Taurines permettra de constater l'inconvénient pour le rendement efficace des machines marines d'une manière d'agir qui s'est généralisée depuis quelques années dans la marine anglaise, et qui consiste à prévenir les échauffements des coussinets par la continuité d'un puissant arrosage à l'eau. Cet arrosage est d'un usage habituel en Angleterre, même pendant les essais de recette des machines.

Nos constructeurs français s'engagent, au contraire, pour les fournitures de machines, tant pour les paquebots du commerce que pour les bâtiments de la Marine de guerre, à les faire fonctionner, sans échauffements fâcheux des coussinets, pendant les essais à grande vitesse, en n'employant que la lubréfaction à l'huile sans arrosage continu à l'eau.

Quand on mesurera la puissance réelle transmise aux propulseurs au moyen des dynamomètres Taurines, on verra ressortir, entre ces deux procédés de lubrifaction, un avantage considérable en faveur de l'emploi exclusif des matières grasses, suffisant quand l'ajustage et la pression des surfaces des coussinets ne laissent rien à désirer.

Sans vouloir entrer ici dans un examen complet de l'Ouvrage de M. Taurines, votre Commission le signale comme d'un grand intérêt pour l'art des constructions navales, et elle a décerné à son auteur la moitié du prix de six mille francs.

*Rapport sur les Travaux de M.* Germain;
par M. l'Amiral **Mouchez.**

La Commission du prix de six mille francs propose d'accorder le tiers de ce prix à M. **Germain**, ingénieur hydrographe de la Marine, pour son excellent *Traité théorique et pratique d'hydrographie*, qui vient combler une bien regrettable lacune dans les Ouvrages scientifiques plus spécialement destinés à la Marine.

Les jeunes ingénieurs hydrographes sortant de l'École Polytechnique, et les officiers de Marine qui voulaient compléter leur instruction pour pouvoir convenablement exécuter des travaux hydrographiques en cours de campagne, dans des parages peu connus encore, n'avaient en effet à leur disposition aucun ouvrage didactique de quelque valeur; ils ne pouvaient consulter que des notices fort élémentaires faisant partie des Ouvrages de navigation, ou la *Géodésie de Bégat*, excellent Traité sans doute, mais fort incomplet et dont le titre seul indique qu'il ne pouvait guère être très utile aux officiers de marine, bien qu'il leur fût spécialement destiné. En dehors de ces Ouvrages, on ne pouvait guère trouver de bons documents à consulter sur les méthodes hydrographiques que dans les rapports de fin de campagne des grands navigateurs qui, depuis d'Entrecasteaux à la fin du dernier siècle, jusqu'à Dumont-d'Urville, ont accompli ces célèbres voyages de circumnavigation, dans le but d'étendre nos connaissances géographiques. Les ingénieurs attachés à ces missions : *Beautemps-Beaupré, de Tessan, Vincendon-Dumoulin*, etc., etc., ont rédigé au retour de leur voyage des Mémoires fort étendus sur les opérations qu'ils avaient effectuées et où chacun d'eux apportait son contingent de progrès et de nouvelles méthodes, qui forment encore aujourd'hui la base de la Science hydrographique; mais ces documents, épars dans de volumineuses collections de voyages, étaient difficiles à consulter, et les officiers en cours de campagne ne les avaient que bien rarement à leur disposition.

C'était donc rendre un très grand service à la Marine que de résumer, dans un seul Ouvrage, toutes ces méthodes dues aux ingénieurs et aux navigateurs les plus célèbres, de les coordonner et de leur donner une base scientifique sérieuse, de manière à éclairer toujours la pratique par la théorie. C'est ce que vient de faire M. Germain dans le remarquable Ouvrage dont je dois donner un rapide aperçu.

Les deux premiers Chapitres contiennent toutes les formules trigonométriques et géodésiques, employées à la construction des Cartes. La conversion des mesures, les lignes principales de l'ellipsoïde de révolution et l'application des méthodes des moindres carrés à la recherche des erreurs moyennes et probables; cette dernière partie est traitée avec tous les développements que comporte la haute précision recherchée aujourd'hui dans tous les travaux géodésiques.

Les Chapitres III et IV donnent la description des opérations à effectuer dans une triangulation, la reconnaissance du terrain, la construction, la forme, la couleur des signaux, la forme des triangles et tout ce qui a rapport à la mesure des angles. La description de l'usage du théodolite sont longuement développés dans ces Chapitres.

Le Chapitre V est consacré à la mesure des bases; on n'a fait qu'indiquer les procédés de haute précision actuellement employés en Géodésie, mais peu utiles aux hydrographes, afin de pouvoir donner tout le développement possible aux procédés de mesures les plus applicables dans les levés des cartes marines.

Dans les Chapitres VI, VII, VIII, on trouve tout ce qui est relatif à la détermination des points, soit par les procédés astronomiques, soit par le calcul des triangles.

Le Chapitre IX donne les nivellements barométrique, topographique et géodésique, question fort incomplètement traitée dans tous les anciens Ouvrages d'hydrographie.

Le Chapitre X est consacré à la topographie et le Chapitre XI aux observations à la mer et à l'étude des marées.

Dans le Chapitre XII sont exposés, avec beaucoup de soin, les procédés pour utiliser les opérations de levés, précédemment décrites dans le travail définitif de la construction de la Carte; on y donne aussi les formules des latitudes croissantes et le tracé de l'arc de grand cercle sur la Carte réduite, si utile aujourd'hui pour la grande navigation à vapeur.

Le Chapitre XIII et XIV sont consacrés à l'hydrographie rapide, telle que les officiers de marine sont le plus souvent obligés de la pratiquer en cours de campagne, où il faut profiter hâtivement des circonstances favorables pour recueillir des documents utiles sur des parages peu connus. Cette partie, qui est évidemment moins familière à l'auteur, aura besoin d'être un peu plus développée dans les éditions ultérieures.

Enfin, le Chapitre XV et dernier donne quelques renseignements com-

plémentaires sur l'observation des courants, sur les vues de côte et sur les grandes sondes à l'aide de lignes métalliques, dont l'introduction récente dans la Marine a rendu déjà tant de services pour l'étude du fond des mers et qui viennent d'être si remarquablement utilisées encore par notre éminent collègue, M. A. Milne-Edwards, dans sa belle et fructueuse campagne du *Talisman*.

Un volume de Tables destinées à faciliter tous les calculs hydrographiques accompagne cet Ouvrage, qui est aussi bien conçu qu'exécuté.

Je crois utile de rappeler que ce n'est pas d'ailleurs le seul Ouvrage notable, publié par M. Germain pour la Marine; on lui doit aussi un *Traité sur les projections*, où il a étudié, avec tous les détails nécessaires et une connaissance parfaite de la question, la plupart des systèmes déjà connus et employés et indiqué quelques autres, qui peuvent être préférés dans certains cas; il a dressé des Tables qui facilitent le tracé des méridiens et des parallèles, montré le moyen de calculer la déformation des angles et des surfaces que comporte chaque projection et les procédés pour passer d'une projection à une autre.

Ce Traité des *projections des Cartes géographiques* est certainement le plus complet qui ait été publié jusqu'à ce jour en France ou à l'étranger; le seul reproche qu'on pourrait lui adresser, mais que la nature des questions traitées rendait inévitable, c'est qu'il n'est accessible qu'aux personnes ayant une assez grande étendue de connaissances mathématiques.

Enfin, M. Germain a également publié un *Pilote des côtes sud de France*, où les marins qui naviguent dans ces parages ou qui entrent dans un de nos ports trouvent toutes les instructions nautiques qui leur sont nécessaires.

Pour tous ces remarquables travaux si utiles à notre Marine, la Commission a été unanime à accorder à M. Germain le tiers du prix de six mille francs.

### *Rapport sur les travaux de M.* A. de Magnac; *par M. l'amiral* **Jurien de la Gravière.**

Depuis l'époque de Borda, remarque avec raison M. Yvon Villarceau dans l'important travail pour lequel il ne jugea pas inutile de s'assurer le concours d'un officier de Marine, de nombreuses tentatives ont été faites en vue de simplifier l'Astronomie nautique. La solution du problème a

fait un grand pas le jour où, grâce à l'habileté de nos artistes et aux persévérantes investigations de nos officiers, il est devenu possible de connaître avec une exactitude suffisante, même après les plus longues traversées, l'heure du premier méridien.

Avant qu'on se servît de chronomètres à la mer, le navigateur déterminait sa position par les hauteurs méridiennes des astres et par les distances lunaires. L'emploi des chronomètres permit, il y a plus d'un siècle, de suppléer aux observations des distances lunaires : c'est encore la chronométrie qui, suivant l'énergique expression de notre regretté et très honoré confrère M. Yvon Villarceau, semble destinée « à élever la science nautique à la hauteur des besoins nouveaux qu'elle est appelée à satisfaire ».

Le capitaine américain Sumner fut le premier, il y a quarante-sept ans environ, à faire observer que la connaissance de l'heure du premier méridien, au moment où l'on prenait la hauteur d'un astre au-dessus de l'horizon, permettait de décrire sur le globe terrestre un cercle sur lequel le navire devait nécessairement se trouver. En observant simultanément ou à des intervalles très rapprochés deux astres différents, on obtiendrait deux cercles dont l'intersection donnerait la position exacte du navire.

La nouvelle méthode de navigation ainsi pressentie avait déjà été l'objet d'études fort sérieuses de la part de quelques-uns de nos officiers et de nos éminents professeurs d'hydrographie, quand M. Yvon Villarceau entreprit, de concert avec M. de Magnac, un travail d'ensemble sur cette matière : il se réserva la partie théorique et s'en remit, pour la partie pratique comprenant la conduite des chronomètres, à M. de Magnac, alors lieutenant de vaisseau.

La publication des recherches dues à cette heureuse collaboration a eu les meilleurs résultats : elle a encouragé à bord de nos vaisseaux la pratique des observations de nuit et marque le début d'un progrès très sensible dans la science de la navigation.

C'est à ce point de vue que la Commission s'est placée pour décerner à M. **A. de Magnac** une portion du prix institué par l'ordonnance du 13 novembre 1834.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Hermite, Bouquet, Resal, C. Jordan ;
Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Poncelet de l'année 1883 à M. **G.-H. Halphen**, pour l'ensemble de ses travaux.

## PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Rolland, Resal, Phillips, Bertrand ;
Tresca, rapporteur.)

La Commission du prix de Mécanique, de la fondation Montyon, a distingué deux appareils intéressants :

1° M. **Léon Francq**, ingénieur civil, a perfectionné la machine à vapeur sans foyer, sur laquelle quelques explications sont nécessaires.

M. Lamm, de la Nouvelle-Orléans, a, le premier, fait connaître que l'on pouvait emmagasiner, dans un réservoir rempli d'eau chaude, assez de chaleur pour obtenir ensuite, de cette chaleur, une quantité de travail capable de remorquer, sur un parcours de plusieurs kilomètres, à voie de tramway, une voiture à voyageurs pesamment chargée. Il a ainsi constitué la locomotive à eau chaude, sans foyer, dans laquelle la vapeur agit à la manière ordinaire, mais sous pressions successivement décroissantes, sur les pistons de deux cylindres à vapeur.

M. Léon Francq, qui s'est rendu cessionnaire des droits de M. Lamm, aujourd'hui décédé, a poursuivi avec une grande persévérance les applications de ce principe vraiment curieux, et il y a industriellement réussi, par l'établissement successif de la ligne de tramway de Rueil à Marly, de celle de Lille à Roubaix, et aussi de celle de Java, aujourd'hui en plein fonctionnement, et qui ne compte pas moins de 21 machines.

Un bâteau toueur, muni d'une machine analogue, dessert en souterrain un service établi sur le canal de l'Est, avec condensation complète de la vapeur d'échappement, et en n'y abandonnant ni fumée, ni vapeur.

Le Dr Lamm alimentait les récipients de ses machines locomotives en y

déversant, par pression, l'eau chaude d'un générateur fixe; M. Francq a obtenu un chauffage plus égal et bien meilleur, par l'introduction seule de la vapeur, qui se dégage de la chaudière fixe, dans l'eau de ses récipients, dont il augmente ainsi la puissance disponible.

Les principales difficultés, qu'on a rencontrées dans les applications, résultent de ce que, la pression étant constamment décroissante, depuis le départ jusqu'à l'arrivée à destination, il a fallu munir la machine d'un régulateur spécial augmentant en même temps l'étendue de la période d'introduction; la vapeur est d'abord amenée dans un détendeur, et se réchauffe ensuite en passant dans un tuyau qui plonge dans l'eau chaude du récipient, ce qui la ravive, en quelque sorte, avant qu'elle ait agi sur le piston.

L'échappement de la vapeur donnait lieu à un bruit et, par les temps de soleil, à des ombres fuligineuses, qui effrayaient les chevaux à la rencontre de la locomotive; on a corrigé ces défauts en obtenant, au moyen d'un condenseur à surface exposé au refroidissement de l'air ambiant, une liquéfaction de 40 pour 100 environ du poids de la vapeur dépensée.

Quelques chiffres donneront d'ailleurs une juste mesure des progrès accomplis.

La machine de Lamm était chargée d'eau à température inégale, au maximum de 180°, celle de M. Francq à 200°. De nouvelles dispositions ont été prises pour éviter la déperdition de la chaleur.

Le récipient primitif cubait, à la Nouvelle-Orléans, $1300^{\text{lit}}$; ceux de Java jaugent $2500^{\text{lit}}$. Le bateau du canal de l'Est est pourvu de deux réservoirs de chacun $5000^{\text{lit}}$.

Les premiers parcours étaient très courts et un peu incertains; ils peuvent aujourd'hui être prolongés, sur une voie même accidentée, jusqu'à $20^{\text{km}}$ avec deux voitures, soit $10^{\text{km}}$ aller et retour, avec unique rechargement d'eau à l'une des extrémités de la ligne.

La ligne de Lille à Roubaix, dont tous les éléments de dépense nous ont été communiqués, a une longueur de $11\,208^{\text{m}}$ et donne lieu à une exploitation non interrompue de $23\,000^{\text{km}}$ par mois dans des conditions vraiment pratiques.

On doit aussi à M. Francq quelques essais sur l'emploi de la soude pour condenser la vapeur en développant, par cette condensation même, une nouvelle quantité de chaleur.

Sans vouloir établir aucune comparaison de prix de revient entre ce procédé et les différents systèmes qui ont été appliqués à la traction méca-

nique sur tramways, l'Académie voudra récompenser les persévérantes études de M. Francq, dans le domaine particulier qu'il a exploré, en rendant pratique l'emploi des machines de traction par vapeur, sans foyer et, par conséquent, sans fumée et sans escarbilles.

2° M. le capitaine **Renouf**, de la Compagnie des Paquebots transatlantiques, est l'inventeur d'un instrument désigné sous le nom de *cercle à niveau automatique*, destiné à simplifier les observations des hauteurs à la mer.

Il se compose d'une simple lunette que l'observateur dirige sur l'astre qu'il veut examiner pendant qu'il en tient le cercle à la main.

Le cercle est complètement entouré d'un tube de verre de même forme et rempli à moitié d'une colonne de mercure, dont les extrémités définissent, pendant l'observation, la position du plan horizontal.

Un robinet à déclic permet, au moment même du pointé, d'isoler, l'une de l'autre, les deux parties de la colonne de mercure, dont le mode de séparation permet de retrouver le diamètre qui était de niveau pendant l'observation.

Il suffira donc de lire ultérieurement, sur la graduation, l'angle que fait ce diamètre avec celui qu'occupait l'axe optique de la lunette pour avoir la mesure de la hauteur cherchée.

Cet angle est ainsi obtenu, à la mer à 4′ ou 5′ près, et à moins de 3′ à terre, de 2′ même si l'instrument est fixé sur un pied stable.

L'instrument, ainsi disposé, évite la nécessité de l'emploi des horizons artificiels, et permet, sans stopper, l'exactitude des opérations.

La Commission estime que le nouvel instrument de M. Renouf est appelé, par sa simplicité même, à rendre de grands services à la Marine et à faciliter les observations des voyageurs.

En résumé, la Commission désirerait récompenser également les mérites d'ordres bien différents qu'elle vient de signaler, et elle propose à l'Académie de dédoubler l'allocation du prix Montyon pour la partager, par moitié, entre M. **Léon Francq** et M. **L. Renouf**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme, Phillips, Pâris; Tresca, rapporteur.)

M. **Jacquemier**, lieutenant de vaisseau, a fait construire un certain nombre d'appareils décrits dans plusieurs Notes qu'il a adressées à l'Académie.

Votre Commission ne pouvait prendre en considération ce qu'il appelle son conducteur autonome et ses applications, les questions que ces appareils soulèvent ayant été réglées antérieurement et en toute connaissance de cause, par l'attribution d'un prix spécial, à M. Joseph Farcot pour son servo-moteur.

Bien que le régulateur de M. Jacquemier permette, dans une certaine mesure, de régler la marche d'une machine à vapeur, les dispositions de cet appareil, qui a bien fonctionné à la mer, ont une trop grande similitude, quant aux relations des organes, avec le régulateur de MM. Tembrinck et Dyckoff, pour qu'il y ait lieu d'y faire ressortir quelque mérite de détail.

Il en est tout autrement pour le cinémomètre de M. Jacquemier et les autres appareils auxquels il a appliqué un même principe de totalisation automatique, n'exigeant l'emploi d'aucun frottement ni d'aucune roulette, toutes les transmissions de mouvement étant exclusivement obtenues par l'intermittence de la rotation d'une roue à rochet, de raquettes et de leviers.

S'il s'agit d'indiquer la valeur actuelle d'une grandeur à observer, il suffira que la rotation de la roue à rochet soit à chaque tour proportionnelle à cette quantité, pour qu'une aiguille, ramenée ensuite par un ressort antagoniste, indique, par l'angle dont elle aura tourné, la valeur de la quantité que l'on a en vue. S'il s'agit d'enregistrer le produit de deux facteurs, la roue à rochet tournera avec une vitesse proportionnelle à l'un de ces facteurs, et seulement pendant une période, par tour, proportionnelle à la valeur moyenne de l'autre facteur.

Ces indications données, pour chaque tour, par une aiguille pourront d'ailleurs être additionnées par un compteur, si l'on en veut obtenir la sommation pour une durée de fonctionnement plus ou moins longue.

En fait, les organes sont très bien groupés, les appareils sont de construction simple, et l'inventeur a su se servir habilement des organes qui conviennent le mieux à chaque but particulier; il utilise au besoin, et avec la

même habileté, les transmissions électriques, s'il y a lieu. Ce qui est surtout à recommander dans ces solutions, c'est le principe même de ce mode d'intégration de la somme des produits de deux facteurs variables.

Dans le cinémomètre il s'agissait seulement de faire indiquer par une aiguille, qui reste immobile pendant un temps suffisant, la vitesse actuelle de la machine, en tours par minute. Cet appareil, placé sur la passerelle sous les yeux de l'officier de quart, peut lui être d'un grand intérêt; il est déjà employé à l'égal du compteur Valessie, et avec le même succès. Aucune difficulté pour additionner toutes les déviations de l'aiguille et obtenir ainsi le nombre des tours dans un temps donné. Appliqué au loch de M. le commandant Fleuriais, il peut indiquer le chemin parcouru, ce qui serait absolument impossible, si l'on voulait déduire cette indication du nombre des tours de la machine.

Le dynamomètre applicable à l'indication de la force en chevaux exige l'enregistrement des produits successifs du chemin parcouru par l'effort correspondant. Dans l'état actuel des choses, il ne peut être appliqué qu'à de petites forces, à moins d'employer au comptage le ressort de l'indicateur ou de recourir au dynamomètre Taurines, dans des conditions qui n'ont pas encore été spécifiées.

Quoi qu'il en soit, M. **Jacquemier** indique encore, sous des noms divers, d'autres applications intéressantes du même principe, et votre Commission lui décerne le prix Plumey pour 1883.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

## PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Cornu, Rolland, de Freycinet, Jamin; Tresca, rapporteur.)

La fondation que l'Académie doit au célèbre inventeur de la turbine Fourneyron exige d'elle la désignation préalable de la question qui doit faire l'objet du concours : c'était, cette fois, celle du transport du travail à distance.

M. A. Hirn, le frère de notre savant Correspondant de Colmar, a donné à ce problème, par ses câbles télodynamiques, dont l'emploi se propage de plus en plus, une solution qui aurait peut-être engagé votre Commission à vous proposer de lui rendre un hommage auquel la mort de l'inventeur ne

saurait moralement nous soustraire, et c'est avec un profond sentiment de son importance que nous rappelons ici les services que cette ingénieuse solution a rendus à la Mécanique appliquée.

D'un autre côté, voici que M. **Marcel Deprez**, par ses belles expériences du chemin de fer du Nord, et par celles de Grenoble à Vizille, a pratiquement démontré que le transport de l'énergie y avait été réalisé avec succès pour une puissance de 4 à 5 chevaux-vapeur et jusqu'aux distances de $8^{km}$ et $15^{km}$. L'installation de câbles télodynamiques ne pourrait sans doute se prêter à un si grand parcours, et tout fait penser que la transmission électrique, dans la direction dont M. Deprez poursuit heureusement l'étude, aura facilement raison de plus grandes longueurs et de plus grandes puissances transmises.

C'est donc à bon droit, et sans avoir même à escompter les promesses de l'avenir, que votre Commission, à l'unanimité, décerne à M. **Marcel Deprez** le prix Fourneyron pour 1883.

## ASTRONOMIE.

### PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy, Mouchez, Wolf;
Tisserand, rapporteur.)

En fondant le prix qui porte son nom, Lalande a demandé qu'il fût décerné chaque année « à celui qui aura fait l'observation la plus curieuse, ou le Mémoire le plus utile, pour le progrès de l'Astronomie, en France ou ailleurs ».

La Commission croit remplir pleinement les vues de l'illustre astronome en décernant le prix à MM. **Bouquet de la Grye**, **de Bernardières**, **Courcelle-Seneuil**, **Fleuriais**, **Hatt**, **Perrotin**, **Bassot**, **Bigourdan** et **Callandreau**, chefs des expéditions françaises, qui sont allés observer le passage de Vénus sur le Soleil, le 6 décembre 1882. (MM. d'Abbadie, Perrier et Tisserand, chefs de trois des missions, étant membres de l'Académie, ne pouvaient recevoir le prix; la Commission les a remplacés par leurs seconds, MM. Callandreau, Bassot et Bigourdan.)

La Commission croit devoir rappeler qu'en 1875 le prix Lalande a été

décerné aux chefs des expéditions du premier passage de Vénus; à cette occasion, l'Académie avait bien voulu sextupler le modeste chiffre de la donation.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

## PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Faye, Mouchez, Wolf, Lœwy;
Tisserand, rapporteur.)

L'étude des nébuleuses est une des plus intéressantes de l'Astronomie; c'est dans la condensation progressive de l'une d'elles que Laplace trouve l'origine de notre système planétaire.

Le dénombrement et la classification de ces corps célestes sont de la plus haute importance.

En 1771, Messier publiait un premier Catalogue contenant 103 nébuleuses seulement.

En 1802, W. Herschel, avec ses puissants télescopes, avait élevé ce nombre à plus de 2000.

J. Herschel, par ses observations faites soit en Angleterre, soit au Cap de Bonne-Espérance, découvrit encore plus de nébuleuses que son père : le magnifique Catalogue qu'il publia en 1864 en contient 5079.

On peut admettre qu'aujourd'hui il y a environ 6500 nébuleuses connues, soit une augmentation d'environ 1400 sur le catalogue de J. Herschel.

Or, sur ce nombre d'environ 1400 nébuleuses nouvelles, M. Stephan, Correspondant de l'Académie et Directeur de l'Observatoire de Marseille, en a découvert à lui seul environ 700, soit la moitié. M. Stephan a utilisé dans ces recherches intéressantes le beau télescope de $0^m,80$ d'ouverture construit par Léon Foucault pour l'Observatoire de Marseille; il ne fallait pas moins pour ces observations délicates, car la plupart des nébuleuses découvertes par M. Stephan sont d'une faiblesse extrême.

M. Stephan a publié dans nos *Comptes rendus* les positions très exactes de 420 des nébuleuses qu'il a découvertes; il donnera très prochainement celles d'une centaine de ces astres.

Le travail de M. Stephan fait honneur à l'Astronomie française, et la Commission est heureuse de lui décerner le prix Valz.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## PHYSIQUE.

### PRIX LACAZE.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Berthelot, Desains, Cornu, Boussingault, Dumas, Bertrand; Fizeau, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Lacaze à M. **Henri Becquerel**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur suppléant au Conservatoire des Arts et Métiers, Répétiteur à l'École Polytechnique, pour l'ensemble de ses travaux de Physique expérimentale, parmi lesquels elle est heureuse de signaler :

« Les recherches sur le pouvoir rotatoire magnétique des corps solides des liquides et des gaz » ;

« Les mesures de la rotation du plan de polarisation par une colonne de sulfure de carbone sous l'influence du magnétisme terrestre » ;

« Enfin la découverte, dans la partie infra-rouge du spectre, de plusieurs raies métalliques nouvelles mises en évidence au moyen des phénomènes de phosphorescence ».

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## STATISTIQUE.

### PRIX MONTYON. STATISTIQUE [1].

(Commissaires : MM. Boussingault, Bouley, Mangon, de Freycinet; Léon Lalanne, rapporteur.)

Suivant l'usage, la Commission ne doit rendre compte que des Ouvrages ou Mémoires dans lesquels la Statistique, à proprement parler, oc-

[1] La Commission a été cruellement atteinte par la mort de MM. de la Gournerie et Dumas. Le premier avait été remplacé par M. Hervé Mangon, le second par M. de Freycinet. Les décisions qu'on soumet à l'Académie avaient été prises avant le décès de l'illustre Secrétaire perpétuel.

cupe assez de place pour qu'on puisse les considérer comme rentrant dans le cadre de ceux que le fondateur du prix a entendu récompenser.

Les pièces envoyées au Concours sont nombreuses; mais la maladie et la mort de deux de ses Membres ont ralenti les travaux de la Commission au point qu'elle a dû remettre au Concours de l'année prochaine un certain nombre de pièces, pour l'examen desquelles une Commission nouvelle procédera à une répartition plus égale du travail. Les droits des concurrents non dénommés restent donc absolument réservés.

Feu M. Ch. Nicolas, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, Membre de la Société d'Économie politique et de la Société de Statistique de Paris, est l'auteur d'un Ouvrage important imprimé en 1882, sous le titre : *Les budgets de la France depuis le commencement du* XIX^e^ *siècle.*

Cet Ouvrage présente, sous forme de tableaux, tous les budgets qui se sont succédé depuis l'an IX (1801), jusques et y compris 1880, avec les recettes réellement constatées, et les dépenses définitivement apurées, sauf à partir de 1876. Pour ces cinq derniers exercices l'auteur a dû se borner d'abord à indiquer les recettes et les dépenses telles qu'elles ressortaient des lois qui ont fixé leurs budgets. Cependant il a mis à profit la publication faite de nouveaux documents financiers pendant le cours de l'impression, et un appendice placé à la fin du Volume fournit les recettes et dépenses définitivement proposées, quoique non encore légalisées, des exercices 1876 à 1878, et les évaluations résultant des lois de finances pour les budgets de 1881 et 1882.

Suivant un mode suivi dans la plupart des Ouvrages de Statistique, presque uniquement composés de chiffres, les *résultats généraux* des budgets réduits à leur plus simple expression sont placés en tête du Livre, où ils occupent 18 pages, présentant pour chacune des 80 années auxquelles ils s'appliquent les recettes d'abord, les dépenses ensuite, et finalement l'excédent ou le déficit. Même dans cette partie du Livre, résumé des développements qui constituent le corps même de l'Ouvrage, les sources des recettes comme les chefs de dépenses sont énumérés suivant leurs titres principaux avec les chiffres correspondants par exercice. Pour les recettes, ce sont les contributions directes, les forêts, les domaines, les impôts indirects, auxquels il faut joindre des produits divers et des ressources extraordinaires; pour les dépenses, ce sont les services financiers, la Guerre et la Marine, l'Administration extérieure et intérieure.

Quatre pages ont été consacrées à une récapitulation par périodes d'étendues inégales, mais correspondant à des régimes politiques différents.

Ces périodes comprennent : 1° le Consulat et l'Empire, de l'an IX à 1814, quatorze ans un quart; 2° la Restauration de 1815 à 1829, quinze ans; 3° le Gouvernement du roi Louis-Philippe, de 1830 à 1847, dix-huit ans; 4° la seconde République, de 1848 à 1851, quatre ans; 5° le second Empire, de 1852 à 1869, dix-huit ans; 6° les six premières années de la République actuelle, de 1870 à 1875.

La comparaison des résultats des deux exercices extrêmes de la période de soixante-quinze ans comprise entre l'an IX et 1875 donne une idée du chemin parcouru au point de vue budgétaire. Les recettes, qui n'étaient que de 749 millions en l'an IX, avaient plus que quadruplé et atteint 3 milliards 95 millions en 1875. Les dépenses, qui n'étaient que de 835 millions, avaient surpassé trois fois et demi ce chiffre et s'élevaient à 3 milliards 25 millions.

La décomposition en leurs éléments principaux de ces recettes et de ces dépenses donne aussi naissance à des résultats intéressants.

Aux recettes, tandis que les contributions directes ne se sont accrues que d'un peu plus de leur valeur primitive (en tout deux fois et un quart) en passant de 308 à 684 millions, les impôts indirects sont devenus plus de douze fois et demi ce qu'ils étaient (de 164 à 2053 millions), et les autres revenus n'ont augmenté que de $28\frac{1}{2}$ pour 100 (de 277 à 356 millions).

Quant aux dépenses, celles des finances, dette publique comprise, ont presque quadruplé (de 427 à 1672 millions); celles de la guerre et des finances ont presque doublé (de 351 à 680 millions); enfin celles des autres ministères sont devenues environ douze fois aussi fortes (de 58 à 672 millions).

Les développements relatifs à chacun des éléments principaux qui viennent d'être indiqués, tant pour les recettes que pour les dépenses, occupent 160 pages en 11 tableaux pour les recettes, et 130 pages en 15 tableaux pour les dépenses.

Parmi les développements relatifs aux recettes, on citera l'enregistrement proprement dit, les droits de greffe d'hypothèques, les droits de timbre, sous le titre général *Enregistrement et timbre;* les importations, les droits de navigation maritime; les sucres, le sel, sous le titre *Douanes et sels;* les boissons, les droits de navigation fluviale, les tabacs, les poudres, sous le titre général *Contributions indirectes;* les postes, les produits et revenus de l'Algérie, les produits de la télégraphie privée figurent dans des tableaux de développement spéciaux.

Il en est de même en ce qui concerne les dépenses. Les augmentations

successives de la dette consolidée, de la dette viagère, des capitaux remboursables à divers titres, des dotations, des frais de régie; les titres principaux des dépenses afférentes aux Finances, à la Guerre, à l'Algérie, à la Marine, aux Affaires étrangères, à la Justice, aux Cultes, à l'Instruction publique, aux Beaux-Arts, à l'Intérieur, aux Travaux publics, à l'Agriculture et au Commerce occupent les tableaux dont on vient d'indiquer l'étendue.

Un Appendice, qui n'est pas la partie la moins intéressante du Livre, renferme huit Notes occupant 19 pages, et faisant connaître les variations qu'ont subies le chiffre de la population et l'étendue du territoire de 1790 à 1876, l'énumération des Ministres des Finances qui se sont succédé depuis le commencement du siècle, les parts du département de la Seine dans les principales recettes budgétaires, les dates des lois de fixation et de règlement des budgets, la situation de la dette flottante à partir de 1831.

On comprend que cette importante publication ait exigé, de la part de son auteur, un travail personnel considérable; et qu'en contrôlant, en analysant les chiffres consignés aux documents officiels, il lui ait parfois fallu chercher les causes d'anomalies apparentes, ou du moins démêler des éléments qui n'étaient pas tous d'une parfaite homogénéité. Des comparaisons intéressantes, des rapprochements ingénieux se sont plus d'une fois présentés à lui dans le cours de ce travail, et il en a consigné les résultats d'abord dans un *Avant-propos*, ensuite dans les Notes nombreuses dont sont accompagnés ses Tableaux, de manière à en rendre l'étude plus facile et plus profitable. M. **Ch. Nicolas** a donc accompli dans toute leur étendue les conditions du programme que l'Académie a toujours indiqué comme devant servir de guide aux concurrents qui aspirent à mériter son approbation par des travaux de Statistique : recherches personnelles, sans qu'il soit permis de se borner à la reproduction pure et simple d'extraits puisés dans des publications antérieures; comparaisons entre les éléments ainsi recueillis, de manière à mettre à même d'en tirer des règles pratiques, ou au moins des rapprochements utiles. Les *Budgets de la France* devaient comprendre une seconde Partie qui devait, comme l'annonçait l'auteur, descendre dans les détails des éléments que la première Partie ne donne que groupés sous des titres principaux. La mort ne lui a pas permis non seulement de publier, mais même de préparer ce complément.

Néanmoins, dans son état actuel, le Livre de M. **Ch. Nicolas** est une œuvre complète, d'un mérite exceptionnel, et que ne pourront se dispenser de consulter, dorénavant, les économistes, les financiers, les hommes d'État,

en un mot tous ceux qui, à un titre quelconque, ont besoin d'être exactement renseignés sur les ressources et l'emploi à diverses époques de la fortune publique de la France. La Commission décerne à ce Livre le prix de Statistique.

Sous le titre *Statistique intellectuelle et morale du département de l'Aube*, M. **Arsène Thévenot** a publié un Volume de 364 pages où la statistique numérique, à proprement parler, n'occupe qu'une faible étendue, ainsi que l'indique le titre même du Livre. Une vingtaine de pages consacrées au territoire, à la Géologie, aux cours d'eau, aux voies de communication, à la population, etc., n'auraient pas suffi pour que nous puissions nous départir de la règle adoptée. Mais l'énumération des différentes institutions comprises sous les dix titres : *Instruction et Religion, Sociétés, Etablissements divers, Monuments et Antiquités, Imprimeries et Publications, Illustrations locales*, nous a paru pouvoir, à la rigueur, être considérée comme un travail statistique, conformément au sens primitif du mot (établir, dénombrer, στατίζειν); travail qui, du reste, est personnel à l'auteur, et dont l'intérêt paraît devoir s'étendre fort au delà des limites du département qui est l'objet de cette monographie.

Un premier supplément, publié un an après le corps de l'Ouvrage, le complète et indique, de la part de l'auteur, l'intention de tenir à jour cette utile publication.

Pour ces divers motifs, la Commission accorde une mention honorable à l'Ouvrage de M. **Arsène Thévenot.**

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

## CHIMIE.

### PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Wurtz, Debray, Friedel;
Cahours, rapporteur.)

Chargé par la Section de Chimie de vous présenter un Rapport sur le candidat qui nous a paru le plus digne d'obtenir pour cette année le prix Jecker, j'ai l'honneur de vous annoncer qu'elle a décidé qu'il serait dé-

cerné à M. **Étard**, pour ses nombreux travaux de Chimie organique, dont je vais vous donner une analyse succincte.

Les premières publications faites par M. Étard se rapportent à l'action de l'acide chlorochromique sur diverses substances organiques. Ce travail, poursuivi pendant plusieurs années, a donné à son auteur de nombreux et importants résultats; il en a déduit une méthode générale de transformation des molécules organiques, suivant des règles parfaitement définies. Cet ensemble de recherches a été résumé par M. Étard, en une Thèse acceptée par la Faculté des Sciences de Paris en 1880.

En Chimie organique, lorsqu'on met deux corps en présence, il se produit d'ordinaire un troisième corps que certains produits accessoires accompagnent; mais le plus souvent aussi ce dernier n'est pas le résultat direct de l'action des deux premiers, mais bien un terme final stable qui vient terminer une filiation plus ou moins longue de réactions intermédiaires, qui passent ainsi inaperçues.

M. Étard, en traitant les matières organiques par l'acide chlorochromique, a dans plusieurs circonstances obtenu des produits qui, par l'action subséquente de l'eau, ont donné naissance à des aldéhydes, et par suite est parvenu à élucider le mécanisme de cette réaction aussi complètement que l'est celui de l'éthérification, les produits intermédiaires de la réaction ayant été isolés et analysés à chaque étape de la transformation. L'acide chlorochromique, dans une première phase, s'unit directement à la matière organique mise en expérience sans rien éliminer, donnant simplement naissance à une double décomposition interne, qui introduit du chlore dans la molécule organique et, par échange, de l'hydrogène dans la molécule minérale. On obtient de la sorte un composé *chromo-organique*, rappelant à plusieurs égards les dérivés sulfoconjugués. Ces dérivés du premier degré peuvent toujours être isolés, à la condition de s'opposer à l'intervention de la vapeur aqueuse; cette dernière, agissant en effet ultérieurement, d'après une équation complexe, régénère des dérivés minéraux du chrome en même temps qu'il se produit toujours des composés organiques appartenant à la fonction aldéhydique ou à des dérivés de cette même fonction, tels que les acétones et les quinones. C'est en appliquant sa méthode que M. Étard a pu découvrir les premières quinones nitrées, la nitroquinone et la nitrotoluquinone, et ajouter au nombre encore restreint des aldéhydes connues les aldéhydes iso et térécuminiques, les aldéhydes de la diéthylbenzine, de l'amylbenzine et enfin du mésitylène, sans parler des nombreux corps aldéhydiques connus que l'auteur a préparés par sa méthode, uniquement pour en établir la généralité.

Avant les travaux de M. Étard, l'action de l'acide chlorochromique sur les matières organiques n'avait été examinée que par Welter, qui, blessé grièvement dans la première expérience qu'il avait tentée sur cette matière, dut abandonner ses recherches sans obtenir de résultats et, postérieurement, par Carstanjen, qui se méprit sur le sens de la réaction et n'obtint, en se plaçant dans des conditions particulières, qu'une quinone perchlorée.

Nous ne pensons pas qu'il ait été fait, dans ces dernières années, une série plus complète d'expériences pour mettre en évidence le mécanisme intime des réactions de la Chimie organique.

M. Étard a publié postérieurement un ensemble important de résultats concernant divers alcaloïdes : je citerai, en passant, ses recherches sur la strychnine (en collaboration avec M. Gal), qui établissent l'existence de deux hydrostrychnines à une époque où les connaissances relatives à l'hydrogénation de ces corps étaient des plus incertaines, et ses travaux (en commun avec M. Gautier) sur les ptomaïnes ou alcaloïdes cadavériques.

Enfin, dans cette dernière voie, M. Étard a entrepris, en 1879, en collaboration avec M. Cahours, des recherches sur la nicotine, qui ont été publiées dans une série de Mémoires. L'un d'eux, relatif à l'action de la température du rouge sombre sur sa vapeur, a démontré que celle-ci se dédoublait en divers produits pyridiques au nombre desquels figure une nouvelle collidine, la *propylpyridine*, dont la proportion dans le mélange des corps produits est assez considérable.

L'action du soufre sur la nicotine a permis en outre à ces chimistes d'obtenir un produit nettement cristallisé, qu'on peut considérer comme dérivant d'une dipyridine dans laquelle $H^2$ serait remplacé par S. Ils ont enfin étudié l'action du brome sur la nicotine.

Dans ces derniers temps, M. Étard, ayant repris l'étude de la nicotine, a fait voir qu'il était possible de fixer sur elle de l'hydrogène et a ainsi obtenu une dihydronicotine, base parfaitement stable, renfermant deux molécules d'azote jouant un rôle différent, contrairement à l'idée généralement admise qui en fait une base azotée bitertiaire.

Les réactions de synthèse dans la série des alcaloïdes ont permis à M. Étard d'obtenir une base biazotée, la glycotine, à l'aide d'une méthode ingénieuse qui consiste à faire agir sur la glycérine le chlorhydrate d'ammoniaque, sel relativement stable, à une température assez élevée. Un auteur étranger a démontré que cette méthode pouvait être appliquée à d'autres alcools polyatomiques, en préparant avec la mannite une base du même type.

M. Étard a montré, dans un autre Mémoire fait dans le même ordre d'idées, que les produits nés de l'action réciproque des aldéhydes aromatiques et des amines primaires sont très souvent représentés par des formules erronées et, en soumettant à la distillation sèche l'un d'entre eux, la benzylène-toluidine, il a découvert le phénanthrène de la série pyridique, qui prend naissance en vertu d'un dédoublement simple, en même temps que du benzonitryle et de l'hydrogène.

Je rappellerai, en terminant cette énumération, une discussion relative à la préparation de l'amylène qui a conduit M. Étard à déterminer les conditions de préparation de ce corps et à proposer une méthode pratique basée sur l'emploi du chlorure de zinc fondu dans une bouteille à mercure. Ce procédé, bientôt adopté dans les laboratoires, a été appliqué à la préparation de diverses autres oléfines.

Après avoir fait une analyse succincte de ses recherches de Chimie organique, qui lui ont fourni les résultats les plus intéressants et les plus variés, je ne saurais passer sous silence les travaux qu'il a exécutés en Chimie minérale.

Dans un temps où la Chimie organique, si admirablement systématisée par les travaux antérieurs, laisse aux jeunes chimistes peu de chances de faire des découvertes d'une importance équivalente à celles de ces quarante dernières années, il est assez naturel de voir certains chimistes s'efforcer d'étendre aux corps simples métalliques et non métalliques les idées et les procédés de raisonnement usités en Chimie organique : c'est ce qu'a fait M. Étard, et ce qui donne à un assez grand nombre de Mémoires qu'il a présentés à l'Académie des Sciences sur divers dérivés du fer, du chrome, du cuivre, etc., un caractère tout différent des Mémoires de Chimie minérale publiés jusqu'à ce jour.

En engendrant ainsi par des réactions régulières des séries de composés minéraux se représentant par des formules d'une très grande complication, l'auteur a réalisé la formation de produits analogues aux composés de la nature organique avec des éléments autres que le carbone.

C'est pour cette raison que la Section de Chimie a cru devoir accorder à M. **Étard** l'intégrité du prix Jecker, que ses travaux lui ont si bien mérité.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## PRIX LACAZE.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Wurtz, Cahours, Friedel, Berthelot, Dumas, Pasteur; Debray, rapporteur.)

La Commission du prix Lacaze pour la Chimie décerne ce prix à M. L. Cailletet, Correspondant de l'Institut, pour ses recherches sur la liquéfaction des gaz.

Il y a un peu plus d'un siècle, on n'avait encore sur la nature des gaz ou des vapeurs que des notions vagues. Lavoisier, dans son Mémoire sur la formation de l'atmosphère, a le premier bien précisé la dépendance de l'état d'un corps et de la température à laquelle il est porté. L'eau se solidifie quand on la refroidit au-dessous de zéro; elle se transforme tout entière en un fluide aériforme, ou vapeur, quand on la chauffe, vers 100°, dans les conditions ordinaires de pression atmosphérique. Cette vapeur refroidie repasse à l'état liquide; aussi Lavoisier, généralisant le fait, admet-il que tout gaz, ou toute vapeur, peut être amené à l'état liquide par un refroidissement suffisant.

« Si la Terre, disait Lavoisier, se trouvait placée dans des régions très froides...., l'eau qui forme aujourd'hui nos fleuves et nos mers et le plus grand nombre des liquides que nous connaissons se transformeraient en montagnes solides, en rochers très durs, etc.

» L'air, dans cette supposition, ou au moins une partie des substances aériformes qui le composent, cesserait sans doute d'exister dans l'état de fluide invisible, faute d'un degré de chaleur suffisant; il reviendrait donc à l'état liquide, et ce changement produirait de nouveaux liquides dont nous n'avons aucune idée [1]. »

Cette vue théorique est aujourd'hui un fait expérimental; mais à l'époque où elle était émise, et beaucoup plus tard encore, elle ne pouvait conduire les savants à aucun résultat pratique. Le froid que l'on peut produire par les mélanges réfrigérants ou par l'évaporation des liquides alors connus atteint à peine celui qui règne dans les régions voisines du pôle nord, où la congélation du mercure a été observée pour la première fois. On ne pouvait donc obtenir par ce moyen que la liquéfaction de l'acide sulfureux et tout au plus du gaz ammoniac.

---

[1] *OEuvres de Lavoisier*, t. II, p. 305 et 306.

La liquéfaction des gaz a réellement fait ses premiers et importants progrès par l'application d'une autre méthode, celle de la compression.

On peut maintenir l'eau à l'état liquide dans un espace clos, à une température bien supérieure à celle de l'ébullition normale, à la condition de maintenir à sa surface une pression de vapeur déterminée, d'autant plus grande que la température de l'expérience est plus élevée. Il semble donc qu'on peut liquéfier toute matière gazeuse, à une température donnée, sous une pression suffisante. On refroidit d'ailleurs autant que possible le gaz comprimé, de manière à diminuer la pression nécessaire pour obtenir le changement d'état.

C'est par l'emploi des hautes pressions, combinées au refroidissement, que Faraday est parvenu à liquéfier la plupart des gaz, et que Thilorier et Natterer ont liquéfié l'acide carbonique et le protoxyde d'azote. Il est inutile d'insister sur des expériences classiques comme celles des savants que nous venons de citer : il convient seulement de remarquer que Thilorier et Natterer ont doté la Science d'une source de froid d'une puissance inconnue jusqu'à eux. L'évaporation du protoxyde d'azote liquide ou du mélange d'acide carbonique solide et d'éther détermine un abaissement de température qui dépasse $-80°$.

En se servant d'un tel froid, et par une compression considérable, on avait espéré obtenir la liquéfaction de l'oxygène, de l'azote, de l'oxyde de carbone, du bioxyde d'azote et de l'hydrogène, réputés *permanents* jusque dans ces dernières années; mais tous les efforts échouèrent, pour une raison qu'on était loin de soupçonner avant une découverte d'Andrews, qui donne l'explication des curieuses expériences de Cagniard-Latour.

Il est impossible de liquéfier l'acide carbonique au-dessus de 31°, à quelque pression qu'on le soumette. Mais si l'on refroidit un peu audessous de cette température le tube contenant le gaz invisible fortement comprimé, on y voit bientôt apparaître un liquide nettement séparé par un ménisque du gaz qui le surmonte. Cette température de 31° est ce qu'Andrews appelle le *point critique;* pour chaque gaz il y a une température au-dessus de laquelle sa liquéfaction est impossible. Pour les gaz permanents, nous savons aujourd'hui qu'elle est inférieure à $-136°$. Mais, à l'époque dont nous parlons, on était même en droit de se demander si l'on parviendrait jamais à les liquéfier.

M. Cailletet a le premier démontré la possibilité de liquéfier tous les gaz dits *permanents*. On lui doit un appareil simple et commode avec lequel on réalise dans tous les cours, sans aucun danger, les expériences de liqué-

faction et celles de la production du point critique, faites par ses devanciers. En comprimant dans cet appareil à plusieurs centaines d'atmosphères un gaz permanent, on voit, aussitôt qu'on en effectue la détente rapide, apparaître dans le tube de verre qui le contient un brouillard parfois épais, signe manifeste de son changement d'état. Le froid produit par la détente dépasse tous ceux que nous savons produire.

On a pu dire de ce jour qu'il n'y avait plus de gaz permanents ; il restait à les obtenir sous forme de *liquides statiques* par l'action simultanée d'une pression et d'un froid suffisants pour les amener à une température inférieure à celle de leur point critique. Ce froid suffisant, c'est l'évaporation de l'éthylène qui a permis de l'obtenir. M. Cailletet a imaginé une pompe, *sans espace nuisible,* par laquelle on obtient facilement et rapidement sa liquéfaction. La construction d'une telle pompe a occupé longtemps Regnault, qui a même laissé de précieuses indications à ce sujet, mais la solution ingénieuse de M. Cailletet lui appartient en propre. Elle permettra dans l'avenir de liquéfier en grandes masses les gaz permanents suffisamment refroidis.

Mais revenons au présent; l'évaporation de l'éthylène sous l'influence d'un courant d'air produit un froid de 106°, avec lequel M. Cailletet a refroidi d'abord l'oxygène comprimé dans son appareil; en le détendant, il vit apparaître une mousse absolument comparable à celle qui sort du vin de Champagne, indice certain de sa liquéfaction.

Ces recherches, effectuées au laboratoire de l'École Normale, étaient donc amenées à un point bien rapproché de leur fin; elles durent être interrompues. M. Cailletet, forcé de retourner à son usine de Châtillon-sur-Seine, comptait les reprendre à son prochain retour à Paris, où il peut, plus à loisir, suivre les beaux travaux dont la Science lui est redevable.

C'est pendant cet intervalle qu'un savant professeur de l'Université de Cracovie, M. de Wroblewski, avec l'aide de M. Olzewski, obtenait l'oxygène liquide en le refroidissant avec de l'éthylène évaporé dans le vide, à une température de — 136°. L'évaporation de l'oxygène liquide a permis à son tour de liquéfier les autres gaz permanents, sauf l'hydrogène, qui n'a encore été vu qu'à l'état de mousse.

M. de Wroblewski a dû ce succès, il le reconnaît lui-même, à l'emploi de l'appareil de M. Cailletet, qu'il avait appris à connaître dans le laboratoire de l'École Normale, où il avait travaillé plus d'une année, quand notre compatriote y effectuait ses recherches. Il n'hésite pas à reporter sur M. Cailletet la part principale de la gloire qui leur revient pour avoir réalisé la conception de Lavoisier, sur la liquéfaction des éléments de l'air.

La Commission du prix Lacaze a tenu à consacrer le souvenir du service important rendu à la Science par M. L. **Cailletet**, en lui accordant le prix dont elle disposait.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

## GÉOLOGIE.

### GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

(Commissaires : MM. Daubrée, A. Gaudry, Fouqué, Des Cloizeaux; Hébert, rapporteur.)

« *Description géologique d'une région de la France ou de l'Algérie.* »

Depuis une dizaine d'années, M. **Fontannes** se livre, avec une ardeur et une persévérance des plus remarquables, à l'étude du bassin tertiaire du sud-est de la France.

Les publications de MM. Sc. Gras, Lory, Matheron, Dumas, etc., sur la géologie de cette contrée, n'embrassent que des parties plus ou moins restreintes du bassin du Rhône; elles ont néanmoins fixé nettement l'aire géographique des dépôts de la période tertiaire. M. Fontannes a pensé que le moment était venu de reprendre l'étude de ces dépôts dans des monographies, où chaque assise serait suivie et explorée à travers tout le bassin du Rhône. Les travaux antérieurs, faits à des époques très éloignées les unes des autres, étaient difficiles à raccorder entre eux, et les classifications qu'on y trouve ne correspondent que dans de vagues limites à celle qui est adoptée pour les autres bassins tertiaires de l'Europe.

Pour être complète, toute étude géologique doit faire connaître : 1° les caractères stratigraphiques et lithologiques des masses minérales qui se rencontrent dans la région; 2° l'histoire organique de la période pendant laquelle ces masses se sont formées; 3° l'aire géographique des eaux sous lesquelles elles se sont déposées.

A la première de ces exigences répond un ensemble de travaux publiés par M. Fontannes sous le titre de : *Etudes stratigraphiques et paléontologiques* pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône.

L'auteur y divise le bassin dont il s'est proposé l'analyse en régions naturelles (Viennois, Valentinois, Comtat, Provence, etc.), caractérisées par des gisements typiques, où il prend les éléments de la classification qu'il appliquera à tout le Sud-Est.

Dans ces études, la Paléontologie sert nécessairement de guide principal; mais, bien que l'auteur en ait tiré un excellent parti, elle n'est cependant traitée que d'une manière adventive. A cette première série de travaux, appartiennent sept Mémoires principaux et diverses Notices qui comptent ensemble 217 pages, contiennent 71 coupes et 19 Planches fossiles, comprenant près de 300 figures.

La seconde série est consacrée exclusivement à l'étude des faunes malacologiques. A ce point de vue, le bassin du Rhône était certainement l'un des moins bien connus de l'Europe, quelques gisements isolés : Hauterives, Tersanne, Cabrières-d'Aigues, etc., ayant seuls attiré l'attention des naturalistes. M. Fontannes s'est proposé de le mettre au niveau des exigences actuelles de la Science, et de doter le Sud-Est de travaux analogues à ceux de Wood pour le bassin de Londres, de Nyst, pour la Belgique, de Deshayes, pour Paris, de Hörnes, pour Vienne. Il a commencé par l'époque pliocène, celle de toutes la moins connue dans cette région, celle aussi sur laquelle il avait amassé le plus de documents nouveaux.

L'intérêt de l'Ouvrage qu'il vient de publier dépasse d'ailleurs les limites de la France. En effet, si l'on possédait sur la faune du miocène méditerranéen la belle monographie de Hörnes, la faune pliocène n'avait jamais été l'objet d'un travail descriptif complet, et il fallait en chercher les éléments dans un grand nombre de Mémoires. Beaucoup de types connus depuis longtemps n'avaient jamais été ni figurés, ni même décrits avec tout le soin désirable. En ce qui concerne le sud-est de la France, les gisements classiques du Roussillon, représentés si largement dans toutes les collections publiques, n'avaient été l'objet d'aucune monographie satisfaisante.

*Les Mollusques pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon,* qui forment deux gros Volumes in-4°, comprenant ensemble 600 pages, contiennent la description raisonnée de 340 espèces, représentées par 817 figures réparties sur 31 Planches.

Le résultat le plus nouveau des recherches de M. Fontannes est certainement d'avoir démontré que la mer pliocène formait dans le Sud-Est un golfe très allongé, un fjord qui s'étendait depuis les Pyrénées-Orientales jusque dans le département du Rhône, sur une longueur, en ligne droite, de $375^{km}$, longueur qui représente peut-être $1000^{km}$ de côtes, si l'on y com-

prend les îles et îlots baignés par les mêmes eaux. Cette constatation satisfait à la troisième des exigences des sciences géologiques, et fait de cette double série de travaux un ensemble, perfectible sans aucun doute, mais absolument complet pour l'heure actuelle.

La démonstration de la présence de la mer pliocène au nord du Comtat Venaissin a entraîné, pour la géologie tertiaire du Dauphiné et de la Provence, la constatation de faits nouveaux qui ont été exposés par l'auteur dans des Notices spéciales ; c'est ainsi qu'un certain ensemble de couches de formation continentale, attribué tantôt au pliocène, tantôt au miocène, a pu être divisé et réparti entre ces deux terrains; une partie de cet ensemble étant raviné par le pliocène marin, l'autre étant recouverte en stratification concordante par le pliocène. Le niveau des couches à congéries de Bollène, celui des marnes à lignites de Hauterives, ont été définitivement fixés. L'existence de la plupart des vallées tributaires du Rhône avant l'époque subapennine a été révélée par les dépôts pliocènes qu'elles renferment.

Enfin, les alluvions, qui recouvrent dans le Dauphiné de vastes plateaux, et dont l'âge flottait entre le miocène et le quaternaire, ont été reconnues bien réellement postérieures au pliocène marin, sur lequel elles s'étendent, aussi bien que sur les dépôts miocènes.

En résumé, avant les travaux de M. Fontannes, on n'avait qu'une connaissance très imparfaite des terrains récents de la vallée du Rhône; aujourd'hui, cette région est, sous ce rapport, l'une des mieux connues.

La restauration du contour des côtes de la mer pliocène, et surtout l'existence de ce long fjord de près de $400^{km}$, tandis que les géologues admettaient que la mer pliocène n'avait recouvert que certaines plages peu étendues du Roussillon ou des Alpes-Maritimes : tout cela constitue un progrès remarquable pour la géologie de la France.

En présence des importantes publications de M. **Fontannes** et de l'intérêt exceptionnel des résultats de ses longues recherches, la Commission n'a pas hésité à lui accorder le grand prix des Sciences physiques, qui a pour but de récompenser le meilleur Ouvrage sur la *Description géologique d'une région de la France ou de l'Algérie*.

Outre le grand Ouvrage de M. Fontannes sur le bassin du Rhône, la Commission est heureuse de signaler à l'Académie un travail sur l'Algérie, travail très important et très utile, qui a pour titre : *Essai d'une description géologique de l'Algérie*.

L'auteur, M. **Péron**, décrit des contrées peu hospitalières, où l'explo-

rateur ne trouve ni renseignements locaux, ni moyens de locomotion, ni facilités pour stationner partout où il est nécessaire. Le géologue s'y heurte constamment à des difficultés matérielles et, au point de vue scientifique, se meut souvent dans l'inconnu, n'ayant pour guide que ses propres observations.

Ce Mémoire donne le résumé d'observations faites pendant six années de voyages incessants dans les diverses parties de l'Algérie, et représente une grosse somme de travail, de temps et de fatigues.

Rédigé dans le but spécial de faciliter les études géologiques aux officiers de l'armée d'Afrique, aux habitants de la colonie et aux voyageurs de plus en plus nombreux qui viennent la visiter, le livre de M. Péron, bien que très condensé, contient cependant, indépendamment des renseignements scientifiques, une foule d'indications pratiques, qui sont d'autant plus utiles qu'elles concernent principalement les parties de la colonie les plus éloignées et les moins accessibles aux explorateurs.

Tous les terrains qui se trouvent en Algérie sont étudiés dans ce travail. L'auteur en expose l'extension géographique, la stratigraphie, la faune fossile et la composition pétrographique. Pour chacun d'eux, des coupes bien choisies, et des diagrammes relevés avec soin, montrent la succession et la disposition des couches.

Le livre de M. Péron donne la description géologique d'un grand nombre de localités et de régions jusqu'ici non étudiées, fait connaître des terrains et des horizons stratigraphiques importants, existant sur le continent européen, mais non encore retrouvés en Algérie, et qui permettent actuellement de prolonger dans le nord de l'Afrique les bassins des mers aux diverses époques des périodes jurassique et crétacée.

La détermination de l'âge précis de plusieurs terrains mal classés jusqu'à ce jour, la délimitation de divers étages crétacés, tous puissamment représentés en Algérie, et l'établissement de la succession réelle et complète des faunes et des assises si épaisses de la craie supérieure d'Afrique, dont des lambeaux seulement avaient été décrits jusqu'ici, sans que l'âge et la position relative en eussent été exactement fixés, sont autant de données précieuses que la Science doit à M. Péron.

La Commission désire lui donner un témoignage *marqué* de l'intérêt qu'elle attache à son travail. Elle propose donc à l'Académie de vouloir bien constituer, sur les reliquats disponibles en faveur de M. **Péron**, un *deuxième prix* de *deux mille francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

## BOTANIQUE.

### PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Gosselin, Chatin, Bert, Larrey ;
Vulpian, rapporteur.)

On sait que l'une des maladies parasitaires du porc qui rendent dangereux pour l'homme l'usage de la chair de cet animal est celle qui est produite par la présence des trichines dans leurs tissus. Chez les porcs atteints de cette maladie, les muscles de la vie animale contiennent un nombre souvent immense de petits vers allongés, filiformes, enroulés sur eux-mêmes et enfermés chacun dans un kyste ovalaire. Ce kyste se trouve presque constamment dans l'intérieur d'un faisceau musculaire primitif dont la substance propre a disparu plus ou moins complètement, pour faire place à ce corps parasitaire : le petit Helminthe contenu dans ce kyste a été désigné par M. Richard Owen sous le nom de *Trichina spiralis*. Il se trouve dans les muscles à l'état d'embryon ou de larve. Il n'arrive à l'état adulte que lorsque la chair du porc, introduite dans l'estomac, chez l'homme par exemple, a été soumise au travail de la digestion et que les larves sont devenues libres dans l'intestin à la suite de la dissolution du kyste qui les incarcère. Les trichines se développent alors, se différencient comme sexes, et bientôt a lieu la ponte d'embryons vivants. Ces embryons pénètrent peu à peu dans les parois intestinales, puis parviennent, soit par les voies circulatoires, soit, et le plus souvent, par le tissu connectif, jusqu'aux muscles les plus éloignés de l'intestin. Ils s'introduisent au travers du sarcolemme, dans l'intérieur de faisceaux musculaires et s'y enkystent. Le développement des trichines dans le canal digestif, la présence des embryons dans l'intestin, leur pénétration dans les parois de ce conduit et leur migration progressive au travers des tissus, jusqu'à leur habitat définitif, provoquent chez l'homme et chez diverses sortes d'animaux des phénomènes morbides plus ou moins graves, mortels dans un certain nombre de cas : l'ensemble de ces phénomènes morbides caractérise la maladie nommée *trichinose*.

La trichinose aurait été, sauf erreur, observée en France dans une localité,

à Crépy en Valois, en 1878; elle menace d'ailleurs sans cesse notre pays, car les porcs trichinés abondent en Allemagne et ils sont encore plus nombreux dans les États-Unis d'Amérique, qui expédient partout de grandes quantités de viandes salées remplies de trichines. Dès que l'attention a été appelée sur ce danger, l'opinion publique s'est émue et, bientôt après, en 1881, un décret fut promulgué, portant défense d'importer en France les viandes salées de porcs provenant d'Amérique. Quant aux viandes déjà débarquées au Havre, une mesure transitoire permettait leur admission dans le commerce après expertise préalable.

Pour que cette expertise pût être faite avec soin, M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce institua un laboratoire au Havre : il chargea M. **Joannès Chatin** de la direction de ce laboratoire.

M. Joannès Chatin, tout en menant à bonne fin la mission qui lui était confiée, résolut de mettre à profit les immenses matériaux qu'il avait sous la main, pour étudier toutes les questions afférentes à la trichinose. Il a réuni les résultats de ses études dans un Livre qu'il a présenté au Concours pour le prix Barbier.

Après un historique complet des travaux relatifs à cet Helminthe, M. J. Chatin examine ses caractères zoologiques, soit à l'état larvaire, soit à l'état adulte ou sexué, son organisation, son habitat. A propos de ce dernier point, M. J. Chatin cherche à montrer que la trichine enkystée ne se trouve pas exclusivement, comme on l'avait cru, dans l'intérieur des faisceaux musculaires striés, mais qu'on peut l'observer, chez le porc, dans l'épaisseur des parois de l'intestin, dans la graisse du lard. Le mode de développement des ovules de la trichine et des embryons dans les ovules est décrit par l'auteur avec la plus grande précision; il en est de même de la formation du kyste dans lequel s'enferme la larve, une fois qu'elle est parvenue dans le tissu où elle doit résider.

M. J. Chatin a reconnu que ce kyste a pour origine le travail inflammatoire provoqué par la trichine larvaire dans la substance organisée qui l'entoure, et il a trouvé souvent, du moins dans les viandes de porc de provenance américaine, deux, trois ou quatre et même jusqu'à sept trichines dans un seul kyste.

L'auteur résume les caractères symptomatiques de la trichinose observée chez l'homme : pour ce résumé, il a consulté les relations qui ont été publiées sur les principales épidémies de cette maladie. En se bornant ainsi aux épidémies qui ont présenté un certain degré de gravité, il a pu en citer plus de quatre-vingt-dix, dont un grand nombre ont eu lieu en Alle-

magne et d'autres en Danemark, en Russie, en Amérique, en Espagne, en Angleterre, etc.

De nombreux efforts ont été tentés pour combattre la trichinose. On a proposé l'emploi de divers anthelminthiques et de purgatifs variés pendant la période intestinale de l'affection; mais cette période n'offre pas, en général, une physionomie assez significative pour qu'on puisse toujours soupçonner l'existence, dans le canal intestinal, de trichines en voie de développement, et l'on n'a pas encore pu, faute d'essais péremptoires, juger de l'effet de ces médications. La Thérapeutique est demeurée impuissante, lorsqu'elle a eu en vue d'agir sur les trichines pendant la période musculaire de l'affection, ou période *tissulaire,* comme l'appelle M. J. Chatin d'un nom plus général. Ce sont donc les moyens prophylactiques qui constituent la véritable ressource pour le médecin.

L'auteur a consacré une partie assez considérable de son ouvrage à l'exposé des mesures à prendre en pareil cas. L'élevage des porcs doit être l'objet d'une surveillance toute spéciale : on peut, par des précautions faciles, empêcher ces animaux d'introduire des trichines dans leurs voies digestives : au nombre de ces précautions, il faut citer l'impossibilité où l'on doit mettre les porcs de dévorer des cadavres de rats, car les muscles de ces rongeurs contiennent parfois des trichines. Tous les détritus animaux devraient même être exclus de leur consommation alimentaire.

Comme la salure et la fumure ne tuent pas inévitablement les trichines dans la viande du porc, ainsi qu'en témoignent les expériences de MM. Charles Girard et Pabst, de même que celles de M. J. Chatin; comme la coction de cette viande ne les tue pas non plus à coup sûr, lorsqu'elle n'est pas prolongée pendant un temps très long, il est clair qu'il n'existe qu'un moyen efficace d'éviter tout danger, si on laisse entrer dans le commerce de la chair suspecte : c'est de l'expertiser à l'aide du microscope. M. J. Chatin, fort de son expérience personnelle, indique l'organisation qu'il conviendra de donner à cette expertise, si l'on reconnaît la nécessité de créer un service public de ce genre dans nos ports et sur certains points de nos frontières.

L'Ouvrage de M. J. Chatin est en réalité une monographie de la trichine, dans laquelle l'auteur a revu par lui-même tout ce qui avait été publié jusqu'ici sur cet Helminthe, en ajoutant, à l'aide de ses recherches, de nombreuses données nouvelles à celles qu'avaient fait connaître ses devanciers.

La Commission décerne le prix Barbier à M. **Joannès Chatin**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

## PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Duchartre, Trécul, Cosson, Van Tieghem;
Chatin, rapporteur.)

Parmi les Ouvrages de mérite présentés au concours Desmazières, la Commission a distingué un travail qui, par la sûreté, la précision et la critique des méthodes, tout autant que par la nouveauté et l'importance des résultats, lui a paru plus spécialement digne du prix. C'est un Mémoire intitulé : *Recherches sur la respiration et la transpiration des Champignons*, qui a pour auteurs MM. G. **Bonnier**, maître de Conférences à l'École Normale, et L. **Mangin**, professeur au Lycée Louis-le-Grand.

Pour étudier la respiration des Champignons, ces botanistes ont employé deux méthodes différentes : celle de l'air confiné, avec analyse volumétrique des gaz par un procédé qui leur est propre; celle de l'air constamment renouvelé, avec analyse des gaz par les liqueurs titrées. La critique expérimentale des deux méthodes a été faite par eux avec beaucoup de soin, au moyen d'expériences d'essai et de contrôle, de façon à éviter les causes d'erreurs, à fixer le degré de précision des appareils, à déterminer enfin les conditions de comparabilité des plantes qui y sont introduites. Appliquées ensuite à des Champignons de groupes différents : mucorinées (*Phycomyces*, *Rhizopus*), Trémellinées (*Exidia*) et Basidiomycètes (*Agaricus*, *Polyporus*, *Telephora*, *Dædalea* et *Trametes*), ces méthodes ont conduit à des résultats concordants, dont voici les résultats principaux :

La respiration normale consiste simplement, comme chez les animaux, dans une absorption d'oxygène et un dégagement d'acide carbonique, sans émission d'azote, ni d'hydrogène. Le rapport du volume de l'acide carbonique émis au volume de l'oxygène absorbé est plus petit que l'unité; chez les Mucorinées seules, il s'est montré sensiblement égal à l'unité. Il y a donc, en général, fixation d'oxygène dans l'acte de la respiration.

Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ varie d'ailleurs, à égalité de conditions de milieu, avec les espèces; mais, pour une même espèce, il demeure constant, quelles que soient les conditions du milieu; il est, en effet, indépendant de la pression et de l'état hygrométrique de l'air, comme de la température et de la lumière. Par exemple, il a pour valeur : 0,5 à 0,6 dans le *Telephora tremelloïdes*, 0,6 dans l'*Agaricus velutipes*, 0,7 dans l'*Exidia glandulosa*, 0,7 à 0,8 dans le *Dædalea quercina*. Si la nature du phénomène n'est pas influencée

par le milieu, il en est autrement de son intensité. Celle-ci augmente, en effet, avec l'état hygrométrique de l'air et avec la température. Mais surtout, résultat fort inattendu, la lumière diminue, et d'autant plus qu'elle est plus vive, l'intensité de la respiration des Champignons. On s'est d'ailleurs assuré, par la méthode des écrans absorbants et celle du spectre de prisme, que les radiations de réfrangibilité différente exercent une action retardatrice inégale : les radiations les moins réfrangibles (rouge et jaune) retardent plus la respiration que les radiations les plus réfrangibles (bleu et violet). C'est ainsi que, pour le groupe de rayons que laisse passer une dissolution de chlorophylle, l'action retardatrice est sensiblement nulle, ces rayons agissant comme l'obscurité.

Pour étudier la transpiration des Champignons, MM. Bonnier et Mangin ont suivi aussi deux méthodes différentes, en mesurant tantôt le volume d'eau absorbé par la plante, tantôt la perte de poids du Champignon due à l'eau transpirée. Ici encore, une série d'expériences d'essai a été instituée pour déterminer les causes et les limites des erreurs, ainsi que les conditions de comparabilité des plantes.

Le résultat est que l'intensité de la transpiration augmente avec la température et diminue quand l'état hygrométrique de l'air augmente. La lumière accroît l'intensité du phénomène, et, fait curieux, l'accélération ainsi produite se prolonge quelque temps à l'obscurité.

En résumé, l'ensemble de ces recherches marque un progrès important, non seulement dans la Physiologie spéciale des Champignons ou même dans celle des plantes sans chlorophylle, mais aussi dans la Physiologie générale. Aussi la Commission est-elle unanime à décerner le prix Desmazières à MM. **Bonnier** et **Mangin**.

M. **Klein**, professeur à l'Université de Buda-Pesth, a adressé à l'Académie, pour le même Concours, deux Mémoires très intéressants, l'un sur les *Vampyrella*, l'autre sur les *cristalloïdes des Algues marines*. L'auteur a reconnu les *Vampyrella* comme devant prendre rang parmi les végétaux, à côté des Myxomycètes; il en décrit plusieurs formes nouvelles, établit leurs rapports avec quelques genres voisins et constitue ainsi la famille des Vampyrellées. M. Klein a étudié les cristalloïdes dans douze genres de Floridées et de Chlorophycées, étendant ainsi nos connaissances sur ces curieux principes albuminoïdes et sur la Physiologie des Algues.

En raison de l'intérêt de ces recherches, la Commission propose à l'A-

cadémie d'accorder à M. KLEIN, sur les reliquats du prix Desmazières, un encouragement de la valeur de *cinq cents francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

## PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

(Commissaires : MM. Duchartre, Van Tieghem, Trécul, Chatin; Cosson, rapporteur.)

M. de La Fons Mélicocq a, comme vous le savez, légué à l'Académie des Sciences une rente de trois cents francs qui devra être accumulée et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné tous les trois ans au meilleur ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne ». Ce prix consiste en une médaille de neuf cents francs à attribuer au meilleur ouvrage manuscrit ou imprimé remplissant les conditions stipulées par le testateur.

La Commission a décidé de n'attribuer cette année le prix à aucun des concurrents, mais d'accorder un encouragement à M. CH. MAGNIER, bibliothécaire et directeur du jardin botanique de Saint-Quentin (Aisne).

M. Magnier a adressé à l'Académie :

1° Un Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département de l'Aisne, rédigé en collaboration avec M. J. Pilloy, agent voyer de l'arrondissement de Saint-Quentin. Ce Catalogue, précédé de considérations sur la distribution des plantes dans le département, donne pour chaque espèce l'indication des ouvrages principaux sur la flore de la France où l'on trouve la description, celle de son abondance ou de sa rareté et l'énumération des localités où elle a été constatée lorsqu'elle n'est pas généralement répandue.

2° Le Catalogue des espèces publiées dans un exsiccata, intitulé *Plantæ Galliæ septentrionalis et Belgii* (Oise, Aisne, Somme, Pas-de-Calais, Ardennes, Nord, Seine-Inférieure, Seine-et-Marne, Seine et Belgique). Cet exsiccata a été publié sans interruption (un fascicule par an) depuis 1879.

Il se compose maintenant de quatre centuries. Les étiquettes imprimées et numérotées, accompagnant les échantillons, donnent une synonymie étendue et indiquent la localité et la date auxquelles les échantillons ont

été recueillis. Cette collection, qui se distingue par le soin apporté à la préparation des plantes et l'exactitude des déterminations, est appelée à rendre de véritables services pour l'étude de la végétation du nord de la France.

3° Une herborisation aux environs de Noyon.

4° Une Notice sur le *Lysimachia thyrsiflora*, par MM. Petermann et Magnier (extrait du *Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXVII; 1883).

5° Une florule des marais de la Somme auprès de Saint-Quentin (Aisne). Ce Catalogue, dans lequel sont mentionnées plusieurs espèces qui, aux environs de Paris, sont menacées de destruction par le dessèchement progressif et rapide des marais, offre de l'intérêt au point de vue de la géographie botanique.

L'ensemble des travaux de M. **Ch. Magnier**, bien qu'aucun d'eux n'ait paru mériter l'attribution du prix, est assez important pour que la Commission propose à l'Académie d'accorder un encouragement de *cinq cents francs* à leur auteur, comme récompense du zèle et du dévouement à la Science dont il fait preuve.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Duchartre, Chatin, Cosson, Trécul; Van Tieghem, rapporteur.)

L'Académie avait proposé la question suivante :

« *Faire connaître par des observations directes et des expériences l'influence*
» *qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racine, tige et*
» *feuille). Étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans*
» *l'eau et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air.*
» *Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces*
» *de la flore maritime.* »

Ouvert en 1879, le Concours a dû être prorogé à deux reprises et remis d'abord à 1881, puis à 1883. Cette fois, trois Mémoires manuscrits ont été adressés au Secrétariat, et l'un de ces Ouvrages, qui a pour auteur M. **Costantin**, maître de Conférences de Botanique à la Faculté des Sciences de Bordeaux, a paru digne du prix. Non pas que toutes les parties de cet

immense sujet y aient été également abordées et résolues : des trois membres qui composent le corps de la plante, l'auteur n'en a étudié que deux, il est vrai les plus difficiles à modifier et aussi les plus instructifs au point de vue des variations de structure : la tige et la racine. Il n'a pas non plus cherché à expliquer les formes spéciales de certaines plantes maritimes. Mais, dans une pareille question, les lacunes étaient inévitables, et d'ailleurs l'Académie les avait prévues lorsqu'elle déclarait « qu'elle » pourrait couronner un travail sur l'un des points indiqués, à condition » que l'auteur apportât des vues à la fois nouvelles et précises, fondées » sur des observations personnelles » ([1]). Cette condition a été largement remplie par M. Costantin, et non pas seulement pour l'un des points de la question, mais pour les deux parties les plus vastes et les plus importantes du sujet.

Son Mémoire, fruit de plus de trois années de travail, comprend 226 pages de texte in-folio et 82 planches anatomiques dessinées avec beaucoup de soin, chaque planche mettant en regard les deux structures d'un même organe au même âge qui correspondent à deux conditions de milieu différentes, de manière que l'œil saisit aussitôt les modifications de structure introduites dans l'organe par la différence des conditions de milieu. Il est divisé en deux parties, consacrées l'une à la tige, l'autre à la racine; mais qu'il s'agisse de la racine ou de la tige, la méthode de recherches est la même. Disons de suite que les résultats aussi sont analogues. En terminant, l'auteur arrive, en effet, à cette conclusion, et ce n'est pas la moins importante de son travail, que la structure de la tige et de la racine, malgré la différence bien connue qui caractérise ces deux organes, varie de la même manière sous l'influence des mêmes conditions de milieu.

On comprend qu'il est impossible d'entrer ici dans le détail de ces variations, et qu'il faut se borner à indiquer en quelques mots la méthode suivie pour les obtenir et les constater. Elle consiste essentiellement à faire intervenir d'abord l'expérience seule, puis à appliquer les résultats de l'expérience à l'explication des faits observés dans la nature.

Par une série de cultures comparatives, où il s'applique à ne faire varier qu'une à la fois les conditions de milieu, l'auteur réussit à provoquer dans l'organe en voie de croissance toute une série de modifications de structure, les unes superficielles, les autres profondes, toutes immédiates, c'est-à-dire se montrant dès que la cause agit et cessant avec elle; ces modifications,

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 2 avril 1883.

il les analyse avec toute la précision que comportent les ressources de l'Anatomie moderne, en s'aidant notamment des réactifs colorants qui permettent d'apprécier la constitution chimique des tissus. Muni de ces données expérimentales, obtenues sur un nombre de plantes forcément restreint, mais pourtant assez étendu pour assurer la généralité des résultats, il étudie ensuite comparativement, chez un grand nombre de végétaux appartenant aux familles les plus diverses, la structure des organes de même nom qui croissent naturellement dans des milieux différents, dans la terre, dans l'eau, dans l'air, etc. ; il fait voir que les variations de structure ainsi observées sont précisément les mêmes que celles que l'expérience sait directement provoquer, et démontre par là que c'est bien à l'influence du milieu qu'elles doivent être attribuées, ce qui était à la vérité soupçonné et même volontiers admis, mais nullement démontré.

Et la preuve qu'une démonstration directe était ici nécessaire, c'est que l'action immédiate des milieux n'explique pas toujours toute la différence des structures. Il y a telle tige aquatique, celle de l'Utriculaire, par exemple, telle tige souterraine, comme celle de la Moschatelline, dans laquelle, une fois qu'on a tenu compte de l'action immédiate du milieu conformément aux données de l'expérience, il reste pourtant encore quelque chose par où cette tige diffère de la tige aérienne, quelque chose qui, jusqu'à présent, demeure inexpliqué. Cette réserve de l'auteur n'est pas faite assurément pour diminuer, mais au contraire pour accroître la confiance des naturalistes dans la méthode qu'il a suivie et dans les résultats qu'il en a obtenus. C'est bien ainsi, en effet, c'est seulement en n'attribuant chaque fois au milieu que ce que l'expérience directe autorise et oblige à lui attribuer, qu'on développera sûrement et rapidement cette branche nouvelle de la Science, l'*Anatomie expérimentale*.

A ce développement, M. Costantin aura largement contribué par la précision dans la conduite des expériences, par la pénétration dans l'analyse des innombrables modifications de structure provoquées ou simplement observées, par la sagacité et la mesure dans l'application des résultats de l'expérience aux faits plus complexes que nous offre la nature, et c'est cet ensemble de qualités que l'Académie récompense en lui décernant le prix Bordin.

Les deux autres Mémoires présentés au concours sont anonymes. Dans l'Ouvrage inscrit sous le n° 1 et qui porte pour devise *Hoc opus, hic labor est*, la Commission a distingué d'intéressantes observations, notamment sur

le développement inégal des poils radicaux dans les diverses conditions de milieu, et sur les effets produits par l'air humide, la submersion et l'obscurité sur les parties aériennes des plantes. Aussi propose-t-elle à l'Académie d'accorder à l'auteur de ce travail, sur les reliquats du prix Bordin, un encouragement de la valeur de *mille francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

## AGRICULTURE.

### PRIX MOROGUES.

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot, Schlœsing, H. Mangon; Bouley, rapporteur.)

D'après les intentions de son fondateur, ce prix doit être décerné tous les cinq ans, alternativement par l'Académie des Sciences à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France, et par l'Académie des Sciences morales et politiques, au meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier.

C'est à l'Académie des Sciences qu'il appartient, cette année, de décerner ce prix. La Commission nommée par l'Académie pour cet objet a fixé son choix sur le grand Ouvrage de *Chimie biologique* qui fait partie de l'*Encyclopédie chimique* publiée sous la direction de M. Fremy, et dont l'auteur est M. **Duclaux**, professeur à l'Institut Agronomique, maître de Conférences à la Sorbonne.

Ce livre, qui ne compte pas moins de 900 pages, embrasse l'histoire des ferments, exposée d'après la doctrine de M. Pasteur, dont M. Duclaux se déclare le partisan convaincu et renferme un grand nombre de résultats expérimentaux qui lui appartiennent en propre et lui donnent un grand caractère d'originalité.

Parmi les études que contient la *Chimie biologique*, la Commission a fixé tout particulièrement son attention sur un *travail sur le lait* qui répond, d'une manière toute spéciale, aux intentions de M. de Morogues, car il réalise un grand progrès dans l'industrie de la fabrication des fromages.

On avait été conduit peu à peu à admettre dans le lait une grande complexité de composition.

La matière albuminoïde, par exemple, pour ne parler que d'elle, ne comporte pas moins de vingt espèces aujourd'hui, et ce chiffre ira probablement en augmentant.

M. Duclaux a été amené par ses recherches à une conception beaucoup plus simple. Pour lui, le lait ne renferme, en fait de matière albuminoïde, que de la caséine, dont partie est en suspension, et partie en dissolution, et la proportion où se trouve la caséine, sous l'un et l'autre de ces états, dans les animaux en bonne santé, est peu variable d'un lait à l'autre.

Mais il suffit, pour faire varier cette proportion, d'influences très faibles de la part de certains agents extérieurs : quelques traces d'acide ou d'alcali, de légers changements dans la nature ou la proportion des sels dissous, une petite élévation de température peuvent suffire à déterminer, suivant la nature des agents, soit une coagulation abondante de la caséine dissoute, soit une redissolution complète du précipité formé.

Deux influences surtout sont propres à modifier les états de la caséine que le lait renferme. L'une est celle de la diastase, anciennement connue sous le nom de *présure*, que l'industrie fromagère emprunte à la caillette du veau. L'autre est une diastase nouvelle que M. Duclaux a fait connaître et qu'il a nommée *caséase*.

Un fait des plus intéressants, qui ressort des recherches de M. Duclaux, est la propriété que possèdent certains microbes de sécréter une diastase identique à la présure. C'est à la présence et au développement de ces microbes qu'il faut rapporter ces coagulations en *apparence spontanées* qui surviennent quelquefois sans variation sensible d'acidité, dans le lait conservé à la chaleur, et même au frais.

L'autre diastase, la caséase, est l'inverse, pour ainsi dire, de la présure; elle liquéfie la caséine solide du lait et fait de ce liquide, encore blanc et opaque lorsqu'il a été écrémé, une sorte de bouillon incolore et transparent, presque limpide.

Comme la présure, la caséase est un produit de la sécrétion des ferments de la caséine, et se retrouve avec des caractères identiques dans les sucs digestifs des animaux supérieurs. Seulement ce ne sont pas les cellules de la caillette qui les sécrètent; ce sont celles du pancréas. M. Duclaux l'a démontré par des expériences directes.

Voilà donc un nouveau rôle assigné au pancréas que Claude Bernard n'a pas connu, et qui témoigne de l'importance de la fonction de cette glande qui, pour l'ancienne physiologie, n'était qu'une sorte de Succédanée de l'appareil salivaire. Le pancréas est un dissolvant du lait par la diastase

propre qu'il sécrète; et, grâce à l'état de complète dissolution en lequel il transforme la caséine, il la rend propre à traverser les cloisons poreuses et les *septa* organiques.

Cette digestion du lait, dans l'intestin, par l'action de la diastase pancréatique, on peut l'obtenir, en dehors de l'organisme, avec les mêmes caractères que ceux que revêt la digestion normale du lait, par l'intermédiaire de microbes dont M. Duclaux a décrit une dizaine d'espèces productrices soit de présure, soit de caséase, soit, ce qui est beaucoup plus fréquent, des deux à la fois.

De leur histoire individuelle ressortent un certain nombre de faits généraux qu'on ne peut mieux résumer qu'en examinant les phases diverses par lesquelles passe la maturation d'un fromage, celui de Brie, par exemple.

A l'origine de la fabrication, la coagulation est le fait caractéristique; elle a été déterminée par la présure, dont on pourrait, si on le voulait, remplacer l'action par celle des microbes aptes à sécréter une diastase identique.

Le fromage resterait indéfiniment à l'état que la présure a produit, c'est-à-dire à l'état de fromage blanc, si d'autres influences n'intervenaient après celle de cette première diastase.

Ces influences sont celles des microbes sécréteurs de la caséase dont les surfaces du fromage sont ensemencées, et par l'air auquel elles sont exposées et par les *cajets* de paille dont on les recouvre. Ces microbes aérobies vivent en couches minces, à la surface du gâteau; ils le pénètrent peu à peu de leur caséase, dont l'invasion régulière et par couches parallèles, de l'extérieur vers l'intérieur, se manifeste à l'œil par les changements de couleur et de consistance de la pâte, qui, de friable et résistante, devient molle et homogène, et passe du blanc au jaune plus ou moins foncé.

Quand cette invasion de la pâte par la caséase est accomplie, le *brie est ait.*

Si l'on attend plus longtemps, aux produits de l'action de la caséase viennent se mélanger, dans une trop forte proportion, les produits des transformations nutritives des microbes; la saveur du fromage est trop relevée, sa consistance trop molle. Il a dépassé sa maturité et ne fait que décliner.

Le fromage est donc de la matière albuminoïde digérée. Les médecins auront sans doute à s'inspirer de ces notions pour tirer du fromage un rand parti comme agent de réfection de l'organisme dans la convales-

cence des maladies graves et même pendant leur cours, quand ces maladies sont par leur nature profondément épuisantes, comme la fièvre typhoïde par exemple.

L'interprétation des changements d'état de la substance du fromage de Brie, sous l'influence des microbes sécréteurs de caséase, explique le rôle qui est dévolu aux microbes qui existent en si grande abondance dans le canal digestif. Ce sont aussi des agents sécréteurs de diastases, identiques à celles que sécrètent les cellules des tissus. Il y a donc, à côté de la digestion qui résulte de l'action des cellules organiques, une digestion microbienne où entrent en jeu des diastases d'une autre origine, mais de même nature que les diastases qu'on peut appeler *organiques*.

M. Duclaux s'est assuré que cette seconde digestion avait la même importance que la première et même la primait quelquefois, comme, par exemple, dans le cas des aliments cellulosiques, dont on ne connaît pas encore le liquide digestif. Il y a une forte induction, puisque ces aliments peuvent être digérés, que leur digestion résulte exclusivement de l'action des ferments qui habitent la panse et le canal intestinal.

Cette étude, qu'a faite M. Duclaux, des modifications d'état que la matière albuminoïde du fromage ou, autrement dit, la caséine, est susceptible d'éprouver dans des conditions qu'il a déterminées, est destinée à servir de base scientifique à une industrie agricole considérable. De plus, elle doit contribuer à l'interprétation des faits de la Pathologie microbienne, en montrant que les microbes n'agissent pas seulement par leur nombre, mais aussi par leurs diastases qui exercent leur action sur les liquides et sur les solides de l'organisme infecté, et donnent lieu aux modifications essentielles dont la maladie est l'expression.

Si la Commission du prix Morogues a principalement visé dans ce Rapport les belles recherches de M. Duclaux sur le lait, elle a pris aussi en considération tout ce grand ensemble de travaux qui sont exposés dans la *Chimie biologique* et qui ont rapport à presque toutes les industries agricoles : la fermentation alcoolique; la fabrication de la bière; la fabrication du vin; l'industrie du vinaigre. En outre les différentes fermentations : celle du sucre, du lactate de chaux, de l'amidon, de la cellulose, les maladies des vins et de la bière, la nitrification, les phénomènes de la putréfaction, la formation de l'humus ont été l'objet des études de M. Duclaux.

Enfin, dans son beau Livre intitulé : *Ferments et Maladies*, M. Duclaux fait ressortir, avec une remarquable lucidité, toutes les ressources que la

science expérimentale apporte à l'Agriculture pour l'annulation de l'énergie des maladies qui sévissent sur nos animaux domestiques.

A ces différents titres, M. **Duclaux** a été jugé par la Commission digne du prix fondé par M. de Morogues, et, à l'unanimité, elle le lui a attribué.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

---

## ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

---

### GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

(Commissaires : MM. H. Milne-Edwards, Blanchard, de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers; A. Milne-Edwards, rapporteur.)

L'Académie avait mis au Concours, pour l'année 1883, le sujet suivant :

« *Développement histologique des Insectes pendant leurs métamorphoses.* »

Un seul concurrent, M. le Dr **H. Viallanes**, a répondu à cet appel et a déposé au Secrétariat un travail intitulé : « Recherches sur l'histologie des insectes et sur les phénomènes histologiques qui accompagnent le développement post-embryonnaire de ces animaux ». A ce volume étaient jointes 76 Planches inédites, complétant l'Atlas imprimé qui fait partie de l'Ouvrage.

Les naturalistes savent que les métamorphoses qui s'accomplissent dans le sein des tissus de l'insecte, ne sont pas moins importantes que celles qui s'opèrent à l'extérieur; ils savent aussi que les organes définitifs ne dérivent pas des organes primitifs par une série régulière de modifications successives. L'insecte passe, en quelque sorte, par deux états embryonnaires : le premier, datant des premiers jours de la vie; le second, de la période de nymphe ou chrysalide; la plupart des organes se transforment alors en une sorte de magma graisseux dans lequel se reconstituent les tissus qui devront servir à l'adulte.

L'auteur s'est attaché à suivre les modifications des tissus de l'insecte à ses différents âges, à les rattacher les uns aux autres pour en tracer une Histoire complète. Cette étude a nécessité des recherches préliminaires

longues et minutieuses, car il fallait d'abord connaître en détail l'organisation interne de la larve pour la comparer à celle de l'insecte parfait, et à cet égard bien des points restaient encore obscurs. Des faits nouveaux ont ainsi été mis en lumière par M. Viallanes; il a d'abord suivi le mode de terminaison des nerfs sensitifs dans les téguments, il a vu ceux-ci, arrivés au-dessous de l'hypoderme, se changer en cellules ganglionnaires multipolaires qui par leurs anastomoses forment un riche plexus sous-cutané, dont les dernières branches se terminent par des extrémités libres au-dessous des cellules hypodermiques, répandant ainsi partout la sensibilité.

M. Viallanes a étudié ensuite le mode de terminaison des nerfs de sensibilité spéciale qui viennent tous aboutir à des poils plus ou moins modifiés. Les histologistes qui l'ont précédé avaient reconnu qu'au voisinage de ces appendices on voit le nerf se renfler en une cellule bipolaire. Mais on ne savait à peu près rien sur les rapports qui s'établissent entre celle-ci et le poil sensoriel. L'auteur a montré que le poil était sécrété par une cellule hypodermique légèrement modifiée, et que c'est dans le protoplasma de cette dernière que vient se rendre le prolongement terminal de la cellule bipolaire.

Nous trouvons ensuite dans le Mémoire dont nous rendons compte un long chapitre consacré à la description du tissu musculaire. L'examen histologique du vaisseau dorsal de la larve révèle des faits curieux, car par sa structure cet organe se montre comparable à un capillaire de vertébré, capillaire qui serait devenu contractile par le développement des fibrilles striées dans le protoplasma des cellules qui le composent.

Chez les Vertébrés, les muscles volontaires présentent peu de variations d'un groupe zoologique à l'autre. Chez les Insectes il n'en est plus de même, les muscles offrent des caractères variables, selon les organes qu'ils sont destinés à mouvoir, de plus, le tissu contractile de la larve diffère beaucoup de celui de l'adulte. M. Viallanes s'appuyant sur un grand nombre d'observations, nous a fait connaître les homologies encore inconnues qu'on peut établir entre les différentes sortes de faisceaux striés des Insectes et les faisceaux striés des Vertébrés.

Après avoir décrit la structure de la fibre musculaire, il étudie le mode de terminaison des nerfs moteurs. Jusqu'ici les histologistes s'étaient adressés seulement aux muscles des pattes des insectes adultes. Ils avaient reconnu que le cylindre axe du nerf moteur, après avoir pénétré sous le sarcolème, se décompose immédiatement en ses fibrilles constitutives; ils avaient cru devoir généraliser ces résultats. M. Viallanes a montré que rien

n'était moins légitime. En effet, en étudiant les faisceaux primitifs des larves, il a reconnu que, dans ces éléments, les nerfs moteurs se terminent en formant sous le sarcolème des arborisations nerveuses exactement comparables à celles qu'on croyait propres aux Vertébrés. L'existence ou l'absence d'une arborisation terminale n'est donc point, comme on le supposait, en rapport avec le degré que l'animal occupe dans l'échelle zoologique, mais dépend uniquement du mode de composition du faisceau primitif chez une même espèce d'Insectes.

Dans la deuxième partie de son travail, M. Viallanes étudie les phénomènes de destruction ou d'histolyse qui s'accomplissent chez la nymphe. On avait constaté, avant lui, que les muscles, le corps adipeux, les trachées, les nerfs, les glandes salivaires, etc., de la larve disparaissent au moment de la métamorphose; mais on ne savait que bien peu de chose sur la nature intime de ce phénomène de destruction; aussi presque tous les résultats que cette étude a fournis à M. Viallanes sont-ils entièrement nouveaux et intéressent-ils à la fois le physiologiste et le médecin. Ils montrent les analogies qui existent entre cette disparition physiologique des tissus de la larve et les divers phénomènes destructifs dont l'étude est du ressort de la Pathologie. Il nous suffira de résumer quelques-uns des faits les plus importants exposés dans cette seconde partie pour le faire comprendre.

Au moment de la métamorphose, tous les muscles larvaires disparaissent; parmi les faisceaux qui entrent dans leur constitution, quelques-uns dégénèrent simplement et se dissolvent dans le fluide cavitaire, mais les autres subissent des changements profonds. Le noyau de chacun d'eux devient le point de départ de la formation d'éléments nouveaux qui ressemblent à s'y méprendre, aux granules vitellins des Oiseaux et des Reptiles. Ces éléments, une fois produits, se multiplient avec une grande activité, et devant l'envahissement de ces formations nouvelles, la substance contractile disparaît comme si elle leur servait de nourriture; la masse contractile du faisceau se trouve ainsi bientôt remplacée par ces éléments nouvellement produits, qui, plus tard, se dispersent et se répandent dans la cavité générale de la nymphe.

Les trachées et les glandes salivaires sont des formations homologues. Au moment de la métamorphose, ces organes se détruisent par le même procédé. Les éléments constitutifs de la trachée, comme ceux de la glande, prolifèrent de nombreuses cellules embryonnaires, par suite l'organe entier revient à un état analogue à celui qu'il présentait dans l'œuf au mo-

ment de sa formation. Plus tard, les éléments embryonnaires ainsi produits se désagrègent et se répandent dans la cavité générale. Ce phénomène rappelle celui que les anatomo-pathologistes désignent sons le nom d'*inflammation*. Les procédés que la nature met en œuvre sont donc les mêmes, qu'il s'agisse de détruire les tissus d'une larve pour obéir aux lois physiologiques de son développement, ou bien qu'il s'agisse des tissus d'un Vertébré en voie de disparition sous l'influence d'un processus morbide.

Dans cette partie de son travail, l'auteur nous fournit encore de nombreux renseignements sur l'histologie du corps adipeux ou des téguments et éclaircit la nature de plusieurs formations connues sous le nom de *boules à noyaux*, et qui était encore problématique.

La troisième partie est consacrée aux phénomènes édificateurs ou d'histogénèse qui s'accomplissent durant la vie nymphale. Tout d'abord l'auteur étudie l'origine des téguments de l'adulte. Ceux-ci ont une évolution des plus curieuses dont les traits généraux sont connus seulement depuis les travaux de M. Weismann. Mais M. Viallanes a été plus loin : il a suivi dans leur développement les disques qui les forment ; il les a vus apparaître, s'étendre, se souder et remplacer les téguments larvaires par un mécanisme qui, dans la tête et le thorax, rappelle la succession des dents définitives aux dents de lait dans une mâchoire de Mammifère. Dans l'abdomen, les disques se constituent au moment même de la métamorphose.

L'auteur expose ensuite l'histogénèse du tissu musculaire, et prend pour principal sujet d'étude les muscles de l'aile ; il est ainsi conduit à des résultats importants au point de vue de la morphologie des tissus contractiles. Il montre que chaque faisceau primitif dérive d'une ébauche formée au sein d'une substance fondamentale homogène, par de nombreuses cellules embryonnaires. Plus tard, chacune de ces cellules se transforme en un noyau musculaire, tandis que la substance fondamentale se change en substance contractile. M. Viallanes, s'appuyant sur ces faits, et les comparant à ceux que lui a fournis l'étude des muscles à leur période d'état, se voit obligé de renoncer à cette théorie généralement admise qui veut que chaque faisceau soit le dérivé d'une cellule primitivement unique. Pour lui, le faisceau musculaire est une partie pluricellulaire dès l'origine et morphologiquement comparable à un faisceau tendineux de Vertébré.

Le travail dont nous rendons compte à l'Académie se termine par une étude longue et détaillée de la structure et du développement de l'appareil visuel. C'est assurément là une des parties les plus neuves et les plus originales de ce Mémoire. Il est difficile, sans le secours de dessins, de bien

faire comprendre les faits qui y sont consignés. Aussi nous contenterons-nous d'indiquer très sommairement les principaux résultats obtenus.

L'appareil visuel d'un Insecte complètement développé comprend, en allant de l'extérieur vers l'intérieur :

1° L'œil composé proprement dit;

2° La lame ganglionnaire qui s'étend comme une sorte d'écran nerveux entre l'œil et le cerveau;

3° Le ganglion optique.

La première de ces trois régions était seule bien connue. M. Viallanes a fait sur les deux autres, dont la complexité est surprenante, un très grand nombre d'observations entièrement nouvelles. Il s'est, en outre, appliqué à rechercher l'origine et le mode d'évolution des parties nerveuses si nombreuses qui entrent dans la constitution de l'appareil visuel, étude qui avait été à peine tentée par M. Weismann. Il décrit tous les changements dont elles sont le siège, et il nous montre que chez les jeunes larves, bien avant la métamorphose, elles existent déjà toutes, quoique celles-ci soient dépourvues d'yeux proprement dits; seulement elles sont à l'état d'ébauche et se trouvent encastrées au sein même du cerveau. Au moment de la métamorphose, elles émigrent hors de celui-ci, se déplient pour revêtir leur forme définitive, et viennent occuper la place qui leur est assignée chez l'animal adulte.

Les recherches de M. **H. Viallanes** ont fait faire à la question mise au concours par l'Académie un pas considérable, et votre Commission a été unanime pour attribuer à ce jeune naturaliste le Grand Prix des Sciences Physiques.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. A. Milne-Edwards, Gaudry, de Quatrefages, Hébert; Duchartre, rapporteur.)

L'Académie avait donné comme sujet de Concours pour l'un des prix Bordin, à décerner en 1883, des « *Recherches relatives à la Paléontologie botanique ou zoologique de la France ou de l'Algérie* ». M. **Grand'Eury**, ingénieur à Saint-Etienne, est le seul qui ait pris part à ce Concours, pour lequel il a présenté deux travaux importants, traitant l'un et l'autre de la houille et des vé-

gétaux qui sont entrés dans la formation de ce combustible. Les études de ce savant ont été poursuivies pendant plusieurs années avec une persévérance infatigable et dans des conditions particulièrement avantageuses, grâce aux fonctions qui l'attachent à la direction d'une exploitation houillère; elles ont eu pour objet essentiel les mines du département de la Loire et du centre de la France; mais de nombreux voyages et l'examen attentif de diverses collections lui ont permis d'en comparer soigneusement les résultats avec les données fournies par la généralité des houillères de l'Europe et des États-Unis. Ces résultats ont été consignés par lui dans les deux œuvres qu'il a présentées au Concours de cette année. L'une est un Ouvrage étendu qui a pour titre : *Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France;* l'autre est un Mémoire intitulé : *Sur la formation de la houille,* principalement dans le centre de la France. Le premier de ces Ouvrages a été publié dans notre recueil de Mémoires présentés par des savants étrangers à l'Académie, dont il forme en presque totalité le XXIV^e^ Volume, daté de 1877; il ne comprend pas moins de 624 pages in-4°; le texte en est accompagné de 38 Planches et d'une Carte. Le second a paru dans les *Annales des Mines,* en 1882; il consiste en un texte de 196 pages in-8° avec 5 Planches.

Il serait hors de propos d'analyser ici en détail l'Ouvrage de M. Grand'Eury sur la flore carbonifère de la Loire, une analyse étendue et une appréciation motivée en ayant déjà été données à l'Académie par notre illustre et regretté confrère Ad. Brongniart, dans un remarquable Rapport qui porte l'empreinte de sa haute compétence en matière de Paléontologie végétale. C'est après avoir entendu la lecture de ce Rapport, qui a été inséré dans le tome LXXV de nos *Comptes rendus* (p. 391-411), que l'Académie a ordonné l'impression de cet Ouvrage dans les *Mémoires des savants étrangers,* donnant ainsi à l'auteur la plus haute marque de son approbation. Il suffira donc d'indiquer en quelques lignes les principaux progrès que, d'après l'éminent Rapporteur, ce travail a fait faire à la Science au point de vue de la connaissance de la végétation carbonifère. Or, ces progrès sont considérables.

Il résulte, en effet, des recherches continuées avec tant de persévérance et de sagacité par M. Grand'Eury, une connaissance beaucoup plus complète de la végétation qui a produit les terrains houillers, et plus particulièrement les étages supérieurs de ces terrains. Par suite des études poursuivies par ce savant, les Fougères arborescentes et celles de divers genres de cette

famille qui, sans être arborescentes, possédaient des feuilles gigantesques, sont mieux connues dans l'ensemble de leur végétation et de leurs caractères. Les vraies Calamites sont complètement assimilées aux Équisétacées, par l'observation de leur mode de végétation et de leurs caractères. Les Calamodendrées sont nettement distinguées des Calamites, et la reconstruction de leurs diverses parties a permis de les rattacher d'une manière plus certaine aux végétaux dycotylédonés voisins des Conifères et des Cycadées. Les Cordaïtes, sur lesquels on ne possédait que des notions imparfaites, ont été reconstitués et étudiés dans toutes leurs parties; il a été ainsi démontré que ces grands arbres, dont les débris ont contribué plus que tout autre à la formation de la houille, surtout à la base du terrain stéphanois qu'ils caractérisent, viennent évidemment se ranger parmi les Conifères en un groupe spécial, qui tient par les organes végétatifs aux Abiétinées, particulièrement aux *Dammaza*, et par la fructification aux Taxinées. Sur divers autres végétaux carbonifères, notamment sur les *Sigillaria* et *Stigmaria*, sur les *Annularia* et les *Sphenophyllum*, M. Grand'Eury a su ajouter des données instructives à celles qu'on possédait déjà. Enfin, l'étude attentive qu'il a faite du mode d'association des espèces et de leur ordre de succession a fourni un nouveau moyen d'établir la corrélation des diverses couches des terrains qu'il examinait, résultat d'un haut intérêt pour la Géologie et pour l'exploitation des mines. Sous tous les rapports, n'hésitait pas à dire notre illustre Confrère, le travail étendu de M. Grand'Eury est l'un des plus importants qui aient été faits sur ce sujet difficile.

Quant au Mémoire sur la formation de la houille, il rend très vraisemblable la solution proposée par l'auteur d'une question fort obscure, et relativement à laquelle les hypothèses abondent. Après avoir examiné et discuté ces hypothèses, exposé et analysé les circonstances diverses qui ont pu concourir à la formation des combustibles minéraux en général, son auteur pose et justifie, dans la mesure du possible, les idées suivantes :

La houille est incontestablement d'origine végétale. Les débris végétaux dont on y voit l'empreinte ont été transportés de près par les eaux, empruntés qu'ils étaient à des marécages situés en dehors des aires de dépôt houiller, ou à de vastes forêts inondées qui faisaient suite à celles-ci, de telle sorte que la végétation houillère a été exclusivement aquatique et marécageuse. Ces débris, détrempés dans les marécages avant le transport, n'ont pas flotté longtemps avant d'échouer avec le limon. Les tiges, réduites à l'écorce, étaient vides et en général plus ou moins aplaties, au

moment de leur dépôt et de leur envasement. Tous ces fragments ont été simplement déposés, sans être jamais emmêlés ni tourmentés. La transformation en houille a commencé par la matière amylacée, et s'est d'abord attaquée aux tissus cellulaires nourriciers ainsi qu'aux écorces; les couches formées lentement d'humus, d'écorces, de feuilles qui se tassaient à mesure que s'en faisait le dépôt, n'ont subi qu'une faible réduction, à ce point que leur épaisseur n'est pas descendue au-dessous de la moitié de ce qu'elle était d'abord. Rien ne montre que des courants violents soient intervenus dans la formation de ces dépôts; d'un autre côté, M. Grand'Eury regarde comme certain que la houille s'est produite par la voie humide et non par la voie du feu. Une température souterraine, qu'il croit avoir atteint au plus 60°, lui paraît avoir été le principal agent de la transformation des débris végétaux par l'intermédiaire de l'eau de carrière des roches. Quant aux arbres dont on trouve dans les houillères le tronc debout et les souches encore enracinées, ils n'ont concouru que très secondairement à la formation du charbon minéral.

Appuyés sur un nombre considérable de faits bien observés et sur une discussion impartiale de ces faits, ces énoncés acquièrent un haut degré de vraisemblance. En somme, la Commission, appréciant la valeur supérieure des deux Ouvrages présentés par M. **Grand'Eury**, n'hésite pas à décerner à ce savant distingué le prix Bordin pour l'année 1883.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

## PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Blanchard, A. Milne-Edwards, H.-Milne Edwards, de Lacaze-Duthiers; de Quatrefages, rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix Savigny pour la présente année 1883.

## PRIX THORE.

(Commissaires : MM. A.-Milne Edwards, de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, Van Tieghem; Blanchard, rapporteur.)

La Commission décide que le prix ne sera pas décerné cette année.

## MÉDECINE ET CHIRURGIE.

### PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Gosselin, Vulpian, P. Bert, Marey, Larrey, Bouley, Ch. Robin, H. Milne-Edwards; Richet, rapporteur.)

PRIX.

Sous ce titre : *Diagnostic et traitement des maladies du cœur*, M. le Dr **Constantin Paul** a écrit une monographie complète de l'anatomie, de la physiologie pathologique et des maladies de cet organe. Cet Ouvrage se distingue de la plupart des Traités du même genre par des recherches originales qui ont plus particulièrement attiré l'attention de la Commission. Je n'insisterai que sur ces dernières.

Tout ce qui concerne la topographie du cœur, l'examen clinique de cet organe à l'état normal et sa mensuration, a été le sujet d'études qui appartiennent en propre à l'auteur. Je signalerai particulièrement les expériences destinées à perfectionner la percussion du cœur, de manière à apprécier plus exactement ses dimensions et la position de ses orifices. Les points de repère du squelette, indiqués avec précision et toujours faciles à retrouver sur les sujets, même pourvus d'embonpoint, faciliteront beaucoup les études cliniques. Il y là le point de départ d'une méthode d'enseignement qui pourra désormais rendre de grands services.

Le stéthoscope pneumatique, qui se fixe au moyen d'une ventouse sur la région qu'on veut ausculter, doit être aussi considéré comme un sérieux perfectionnement apporté à l'auscultation, surtout si l'on y ajoute les tubes multiples que M. Constantin Paul y a ingénieusement adaptés, parce qu'ils permettent, quand on le désire, la pratique de l'auscultation bi-auriculaire, et aussi l'auscultation simultanée des mêmes phénomènes par plusieurs personnes. De cette manière, les modifications dans les bruits du cœur sont perçues au même instant par plusieurs expérimentateurs, avantage important en ce qu'il permet de contrôler et rectifier les appréciations des uns par celles des autres.

Suivant M. Constantin Paul, beaucoup de souffles systoliques de la base du cœur, qu'on considérait jusqu'ici comme dépendant d'une lésion de

l'orifice aortique, seraient au contraire le résultat d'une maladie de l'artère pulmonaire à son origine. Il en donne comme preuve, que, du moment où l'on modifie par la suspension de la respiration la circulation dans les poumons, et par conséquent dans l'artère pulmonaire, ces bruits s'éteignent, puis disparaissent. Si le fait clinique est exact, l'explication au moins reste douteuse, car la suspension de la respiration n'entraîne que très peu de modifications dans le passage du sang à travers les poumons, quoiqu'il soit incontestable qu'elle ait une influence considérable sur les phénomènes chimiques qui s'y accomplissent.

M. Constantin Paul, qui a beaucoup utilisé dans ses recherches la précieuse méthode graphique d'exploration de notre savant Confrère, M. Marey, a fait une remarque qui ne manque pas d'importance. Sur un grand nombre de sujets, en explorant la dépression sus-sternale facile à déprimer, il a cru y trouver des pulsations qu'il considère comme appartenant aux battements de l'artère pulmonaire. Cette opinion se trouverait confirmée par les caractères graphiques de cette pulsation, qui sont analogues à ceux que donne l'artère pulmonaire des grands animaux.

La Commission n'accepte pas sans réserve les différentes opinions émises par l'auteur, lorsqu'il prétend, par exemple, que le centre phrénique du diaphragme ne s'abaisse pas dans l'inspiration, ou lorsqu'il émet certaines théories sur le mode de production des bruits de souffle, théories qui le conduisent à dénommer *bruit anémo-spasmodique* celui qui siégerait à l'artère pulmonaire. Mais elle pense que le travail de M. Constantin Paul, dans son ensemble, se distingue par d'éminentes qualités et des recherches et expériences nouvelles et originales.

Sous ce rapport il se différencie des Ouvrages trop nombreux qui ne sont que des compilations sans valeur, dans lesquelles les auteurs se bornent le plus souvent à répéter ce qui s'est dit avant eux.

L'auteur a ainsi enrichi la science de méthodes, de faits et d'applications nouvelles; toute la partie qui est consacrée au traitement des maladies du cœur porte le cachet d'un esprit investigateur et qui n'accepte qu'après contrôle les opinions de ses prédécesseurs ou de ses contemporains : son livre a donc réalisé un progrès.

En conséquence, votre Commission décerne à M. le Dr **Constantin Paul** un des Prix Montyon de *deux mille cinq cents francs.*

M. le Dr **H. Roger** a présenté à la Commission, pour le Concours des Prix Montyon, un volume intitulé : *Recherches cliniques sur les maladies de l'enfance*, 1883.

Cet Ouvrage traite de sujets très différents et qui n'ont entre eux aucun lien. Ainsi, dans un Mémoire sur l'auscultation de la tête et le bruit de souffle céphalique, l'auteur, recherchant les maladies et les conditions dans lesquelles on le rencontre, démontre, contrairement aux médecins américains, que c'est surtout dans les cas où le sang subit une altération dans ses qualités, c'est-à-dire quand il est appauvri, comme dans l'anémie ou le rachitisme. Il en fait donc, avec juste raison, un des signes de ces affections.

Il résume, dans une Note sur le tænia chez les enfants, maladie qu'il déclare inouïe dans la pathologie de la première enfance, parce qu'elle est en effet excessivement rare, les causes qui parfois y donnent lieu. C'est, en première ligne, l'alimentation par la viande crue de bœuf, lequel est, ainsi qu'on le sait, assez souvent sujet à la ladrerie. Il propose donc de remplacer cette viande de bœuf par celle du mouton, qui a les mêmes qualités nutritives et qui ne contient jamais de cysticerques.

Mais les deux Mémoires, de beaucoup les plus importants, soit comme développement, soit en raison de l'intérêt qui s'attache au sujet même, sont, celui sur *la Syphilis infantile* et celui sur *la Coqueluche*; ce dernier surtout est une véritable monographie de cette affection.

La syphilis des enfants est, on peut le dire sans exagération, une de ces affections qui intéressent l'avenir de la société humaine, parce qu'elle touche à la santé et à la force des générations futures, et aussi à la natalité et à la mortalité.

M. Roger a fait une étude approfondie de cette redoutable affection qui se présente chez les jeunes sujets sous deux formes, la syphilis héréditaire et la syphilis acquise. Il montre les ravages épouvantables déterminés par ces deux manifestations d'une même maladie, et insiste sur les points qui peuvent être l'objet d'une intervention ou médicale ou administrative, utile et efficace.

Enfin il démontre d'une manière saisissante l'effroyable léthalité de la syphilis congénitale et la bénignité relative de la même maladie se manifestant de deux à huit semaines après la naissance, et *a fortiori* dans la seconde enfance.

« Le traitement, dit-il, le seul efficace, c'est le mercure : c'est là qu'éclate sa puissance médicatrice; en sauvant de chères existences, le médecin réforme les injustes arrêts de la nature morbide qui condamne les fils innocents plus sévèrement que leurs pères coupables. »

Le Mémoire sur la coqueluche, ai-je dit déjà, est une véritable monographie. Il ne contient pas moins de 500 pages; c'est l'œuvre capitale de

M. Roger, celle dans laquelle il a montré toutes les qualités d'un observateur patient, sagace et pénétrant.

Le rôle de votre Rapporteur doit se borner à mettre en lumière les points saillants de cet important Travail. Je signalerai donc plus particulièrement le Chapitre de l'étiologie, dans lequel l'auteur se prononce nettement pour la contagion, et la démontre par des faits aussi nombreux qu'irrécusables. Abordant ensuite la question de l'étiologie, c'est-à-dire de la cause prochaine de la maladie, il déclare, avec Trousseau, qu'elle est cetainement due à la présence de germes émis par les coquelucheux, lesquels s'inoculent aux sujets exposés et prédisposés. Mais lorsqu'il s'agit d'en donner la preuve directe, il reconnaît qu'elle fait défaut, malgré les travaux aussi nombreux que patients et consciencieux des micrographes et des expérimentateurs pendant ces dernières années. C'est là une lacune, un *desideratum* qu'il importe de signaler aux travailleurs de l'avenir.

Comme conséquence de cette doctrine de la contagion par les germes, signalons que la maladie est toujours précédée d'une incubation qui dure de six à sept jours, comme dans la diphtérie.

Le Chapitre du traitement est très remarquable; M. Roger démontre, avec sa longue expérience, qu'il doit varier suivant les sujets et être proportionné à leur force et à leur résistance; mais il déclare qu'aucun d'eux n'est spécifique, c'est-à-dire ne guérit sûrement la maladie. C'est qu'il est en effet bien probable que, tant que nous ne connaîtrons pas la cause première de la coqueluche, nous n'aurons à lui opposer que des palliatifs, à moins que, par un de ces hasards heureux, comme il s'en est trop rarement rencontré dans l'histoire de notre art, l'empirisme ne nous fasse mettre la main sur ce spécifique tant désiré.

La Commission a reconnu, dans le travail de M. **H. Roger**, toutes les qualités qui distinguent les œuvres originales et personnelles, et qui font faire un pas en avant à la Science; elle lui décerne un des Prix Montyon de *deux mille cinq cents francs*.

Sous ce titre : *Traité des désinfectants* et *De la désinfection*, M. le Dr **E. Vallin** a écrit un livre sur une des questions palpitantes du moment, et il l'a fait avec un véritable talent. Après avoir essayé une définition du mot *infection* pour arriver à celle de la désinfection, il conclut, après une longue et savante discussion, que toute définition rigoureuse et complète est impossible, que d'ailleurs le temps de ces formules scolastiques et un peu pédantesques est passé.

L'auteur, après un court historique, entrant *de plano* dans son sujet, démontre que les désinfectants sont de plusieurs ordres, ou plutôt qu'on arrive au but par des moyens différents.

D'abord on désinfecte en enlevant les matières, en les expulsant par le lavage ou par la ventilation.

Puis nous possédons des désinfectants absorbants, tels que le charbon, les poussières, la terre sèche, les cendres, et enfin les absorbants chimiques.

Le Chapitre consacré aux antiseptiques est traité avec beaucoup de soin, et pour élucider ce sujet tout nouveau, tout moderne, M. Vallin apporte le tribut de ses études particulières, appuyées sur des expériences démonstratives et convaincantes.

Après avoir ainsi fait l'histoire des désinfectants, l'auteur étudie les divers modes de désinfection. Naturellement il commence par étudier la désinfection nosocomiale, c'est-à-dire l'assainissement des salles d'hôpital, puis celui des malades eux-mêmes, de leurs vêtements, du matériel; enfin et surtout les procédés antiseptiques employés dans le pansement des plaies, question capitale et dont dépend l'avenir de la Chirurgie.

Il consacre plusieurs Chapitres à la désinfection des quarantaines et des lazarets, à celle des étables et écuries.

Il étudie ensuite celle des habitations collectives, et c'est ici que se place une étude très intéressante et parfaitement exposée des dortoirs, des chambrées, des latrines, des égouts et des eaux ménagères.

Rien n'a été oublié, ni les eaux potables, ni les vidanges, ni les cimetières, ni même les assainissements du sol des champs de bataille.

En nous montrant les résultats déjà obtenus et aussi les *desiderata* nombreux qui subsistent, M. E. Vallin a rendu un grand service à l'hygiène tant publique que privée, et à la Médecine. S'il a montré avec clarté la voie ouverte par nos prédécesseurs dans ce vaste champ de la désinfection et de la prophylaxie, il importe cependant de faire observer qu'il est le premier auteur qui a réuni et condensé en un seul faisceau toutes ces données éparses; qu'il les a savamment discutées, qu'il est même parvenu à résoudre quelques-uns des problèmes tant agités dans ces dernières années. Ce Traité est donc appelé à rendre de réels et grands services, et c'est pourquoi votre Commission lui décerne un des prix Montyon de *deux mille cinq cents francs*.

MENTIONS HONORABLES.

MM. les Drs **H. Napias** et **A.-J. Martin** ont soumis à la Commission un Ouvrage intitulé : *L'étude et les progrès de l'hygiène en France, de* 1878 *à* 1882.

Cet Ouvrage a pour but de faire connaître les progrès accomplis en France dans l'étude de l'hygiène depuis la dernière Exposition universelle de 1878 jusqu'en 1882, époque à laquelle eut lieu le Congrès international d'hygiène, à Genève.

La Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle de Paris avait chargé les deux auteurs, au nom de cette Société, de réunir tous les documents publiés en France concernant l'hygiène, de les classer, de les résumer et de les discuter.

MM. Napias et Martin se sont acquittés de cette tâche laborieuse et difficile avec un réel talent; ils ne se sont pas bornés à recueillir tous les documents parus, ils ont commencé par tracer un cadre qui, à lui seul, est un programme; de telle sorte même que, par les additions qu'ils ont faites à ces documents, leur Ouvrage a pris un caractère véritablement scientifique. Aussi votre Commission a-t-elle jugé que l'Ouvrage de MM. **Napias** et **Martin** était digne d'une mention honorable de *quinze cents francs*.

MM. les Drs **L. Dubar** et **Ch. Rémy** ont présenté un Mémoire, accompagné de très belles planches, sur l'*Absorption par le péritoine*. Par une série d'expériences variées et très ingénieusement conçues, les auteurs ont démontré qu'un liquide albumineux injecté dans le péritoine, en suffisante quantité pour simuler l'épanchement ascitique de cette membrane, est parfaitement toléré, et qu'ainsi il est possible de créer une *ascite artificielle*, sans danger, même chez les animaux dont le péritoine est très susceptible.

MM. Rémy et Dubar ont ensuite démontré comment se comporte ce même liquide injecté. Il se résorbe rapidement et complètement. Comment? Par les veines d'abord, mais surtout par les lymphatiques. C'est en colorant ce liquide avec du carmin ou du bleu de Prusse en poudre qu'ils ont fait cette démonstration. Ils ont retrouvé les matières injectées dans tout l'organisme, qui se trouve ainsi coloré complètement. Mais ces matières colorantes, les poussières du moins, sont d'abord arrêtées, et pendant un temps très long, dans les ganglions lymphatiques, qui finissent cependant par les laisser passer; alors elles circulent et s'arrêtent définitivement dans les plus fins capillaires, qu'elles obstruent sous forme d'embolies multiples.

La Commission a accordé une mention honorable de *quinze cents francs* à MM. **Dubar** et **Rémy** pour leur intéressant travail.

M. le Dr **P. Denucé**, de Bordeaux, a adressé, pour le Concours, un Volume intitulé : *Traité clinique de l'inversion utérine.*

Dans un historique très complet et entièrement original, l'auteur démontre que cette affection était fort anciennement connue.

Dans la deuxième Partie, consacrée à l'étude clinique de cette maladie, M. Denucé a rassemblé, comparé et jugé toutes les observations publiées et en a tiré des conclusions pratiques marquées au coin d'une expérience consommée.

C'est là un Livre qui sera consulté avec fruit par tous ceux qui auront à traiter l'inversion utérine, et pour cette raison la Commission a accordé une mention honorable de *quinze cents francs* à M. **Denucé**.

### CITATIONS.

Enfin la Commission a décerné des citations honorables aux auteurs des Ouvrages énumérés :

M. le Dr **Berne**. — *Leçons de Pathologie chirurgicale générale*, 2 volumes.

M. **A. Certes**. — *Analyse micrographique des eaux. — Procédés et technique microscopique.*

M. le Dr **Huchard**. — *Traité des Névroses*, par Axenfeld, augmenté de 700 pages par Henri Huchard.

M. le Dr **Polaillon**. — *Statistique de la maternité de Cochin.*

M. le Dr **Réal**. — *Mémoire manuscrit sur le traitement sûrement et rapidement curatif de l'érysipèle dit spontané ou plutôt médical, démontrant, d'autre part, l'identité de nature de cet érysipèle et de l'érysipèle traumatique.*

M. le Dr **Rossignol** (de Gaillac). — *Traité élémentaire d'hygiène militaire.*

Les conclusions de ce Rapport sont successivement adoptées.

## PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Gosselin, Vulpian, Marey, Paul Bert, Richet; Charcot, Rapporteur.)

En 1870, sur un Rapport d'Andral, l'Académie a couronné un Ouvrage du Dr **Fauvel**, ayant pour sujet l'étiologie et la prophylaxie du choléra,

ouvrage où se trouvent exposés les travaux considérables entrepris sur cette matière par la Commission sanitaire internationale réunie à Constantinople en 1866. Chacun sait que dans ces travaux M. le Dr Fauvel avait pris une part prépondérante et que c'est à son intervention active, ainsi qu'à ses études approfondies, qu'est due la solution des questions les plus importantes qui y ont été traitées. Les principaux résultats des travaux de la Commission de 1866, confirmés d'ailleurs par la Commission internationale réunie à Vienne en 1874, peuvent être résumés en quelques mots, ainsi qu'il suit : en premier lieu, en ce qui concerne l'étiologie, le choléra, pour l'Europe, est une maladie exotique, contagieuse, d'origine indienne. Jamais on ne l'a vu naître spontanément en Europe, où il a toujours été importé. En second lieu, relativement aux mesures prophylactiques, c'est surtout par la voie maritime que l'importation du choléra en Europe est à redouter et, par conséquent, l'objectif principal de la prophylaxie pour l'Europe doit être de faire de l'Égypte la barrière contre l'invasion venant par la mer Rouge. C'est pour atteindre ce but que, d'après l'avis de la Commission, fut organisé, sur divers points de la mer Rouge, tout un système de surveillance pour le cas où le choléra y serait transporté par des navires venant, soit directement de l'Inde, soit de la Mecque, à l'occasion des pèlerinages.

Depuis cette époque, M. Fauvel n'a pas cessé de s'occuper avec une grande activité des questions relatives à l'étiologie et à la prophylaxie du choléra, et il a publié sur ces questions de nouveaux travaux d'une importance majeure.

Dans un Mémoire communiqué à l'Académie, dans la séance du 17 avril 1882, il a montré, par un exposé historique détaillé, que la doctrine étiologique formulée par la Conférence de Constantinople, mise plusieurs fois à l'épreuve depuis 1866, a été constamment justifiée par les événements et que le système de défense établi par elle dans la mer Rouge a eu chaque fois un plein succès devant les épidémies menaçantes survenues parmi les pèlerins de la Mecque en 1872, en 1877 et en 1881. Il s'est attaché ensuite à défendre, par des arguments d'une grande puissance, les mesures instituées, contre les critiques dont elles venaient d'être l'objet, au sein de l'Académie, de la part d'un savant éminent, et il a insisté enfin, énergiquement, sur la nécessité de maintenir dans son intégrité le fonctionnement du service sanitaire égyptien, surtout au moment où venait d'éclater la révolte dite *des Colonels*, et où, par conséquent, toutes

les institutions européennes en Égypte, y compris celles qui ont la santé publique pour objet, étaient menacées de destruction.

Un deuxième Mémoire, lu à l'Académie le 28 mai 1883 par M. Fauvel, expose les acquisitions scientifiques faites par lui depuis 1865 concernant l'étiologie et la prophylaxie du choléra. Ces acquisitions, qui ont enrichi la science épidémiologique de données nouvelles et d'une grande précision, portent, entre autres, sur deux faits fondamentaux, à savoir : 1° l'immunité générale, mais non absolue, dont jouissent, par rapport au choléra, les natifs dans les ports de l'Inde où la maladie est endémique; 2° l'immunité temporaire et plus ou moins complète qui suit en tous pays une épidémie de choléra dans une localité quelconque. Au premier de ces faits se rattachent des conséquences secondaires dont une des plus importantes est qu'une épidémie grave de choléra ne se développe que là où la maladie n'est pas endémique. C'est ainsi que les ports de l'Inde où le choléra est endémique ne sont jamais le théâtre d'une grande épidémie. Mais cette immunité des natifs n'existe pas dans les foyers endémiques pour les étrangers à la localité, tels, par exemple, que les pèlerins musulmans qui viennent s'embarquer à Bombay pour se rendre à la Mecque. On voit par là que les régions de l'Inde où le choléra est endémique, bien qu'exemptes de grandes épidémies, n'en demeureront pas moins des foyers permanents d'où cette maladie pourra se propager au dehors.

La connaissance de ces faits découverts par M. Fauvel lui a permis d'annoncer, en mai 1883, que l'Égypte, qui n'avait pas eu le choléra depuis 1865, et qui, par conséquent, n'était plus protégée par la loi d'immunité temporaire signalée plus haut, serait certainement menacée d'être envahie si, comme cela était à redouter, en raison des événements politiques récemment survenus, les mesures préventives venaient à être supprimées.

Les craintes exprimées par M. Fauvel devaient bientôt se trouver justifiées. L'omission de toute précaution contre les provenances de l'Inde eut lieu en Égypte dès la fin du mois de mai, sous le prétexte qu'à ce moment-là le choléra ne sévissait nulle part dans l'Inde à l'état épidémique. Le 21 juin, le choléra importé, comme semble le démontrer le Rapport de M. le Dr Mahé, par des marchands partis de Bombay pour prendre part à une foire, pèlerinage qui a lieu du 13 au 20 juin, au voisinage de Damiette, éclatait dans cette ville, sous forme épidémique, tout à coup, sans prodromes. Dès le 14 juillet, le Caire était envahi à son tour et l'épidémie s'y était rapidement propagée.

C'est alors que M. Fauvel présenta à l'Académie, le 23 juillet, une troisième Note portant ce titre : *Sur l'épidémie de choléra qui règne en Egypte et sur les chances que l'Europe a d'en être préservée.* Dans cette Note, l'auteur, se fondant sur la connaissance des lois qui, d'après ses travaux, régissent les épidémies cholériques, put prédire quel serait le mode d'évolution de l'épidémie alors régnante ; il annonça qu'Alexandrie ne serait pas épargnée et que, par suite, l'Europe serait, à son tour, directement menacée d'être envahie comme en 1865. Seulement, ainsi que le faisait remarquer M. Fauvel, l'Europe avertie à temps était préparée cette fois à se défendre par des moyens préventifs énergiques. Des mesures avaient été prises, en effet, en Syrie, à Constantinople, en Grèce, en Italie, en Espagne, en France enfin ; et, se fondant sur cette loi révélée encore par les travaux de l'auteur, que plus une épidémie de choléra a une extension rapide et sévit avec violence dans un pays, plus sa durée est courte et son extinction rapide, il était permis de prévoir que, si les mesures préventives étaient maintenues pendant un mois ou six semaines, la maladie s'éteindrait en Égypte avant d'avoir pu gagner l'Europe.

On sait que les événements ont réalisé toutes les prévisions de M. Fauvel, et il n'est guère douteux que, si l'omission des précautions préconisées par lui ont permis au choléra de se transporter de Bombay à Damiette, la mise en vigueur, due pour une grande part à son énergique insistance, de ces précautions sur les divers points menacés de l'Europe a eu réellement pour effet de préserver celle-ci de l'invasion.

La Commission accorde à M. **Fauvel**, pour ses derniers travaux qui ont éclairé d'un jour tout nouveau l'étiologie du choléra et rendu manifeste à tous les yeux la valeur des institutions sanitaires destinées à défendre l'Europe contre l'invasion de cette maladie redoutable, un prix de *cinq mille francs*, totalité de l'intérêt annuel du legs Bréant.

Lorsque, l'an passé, le choléra éclata en Egypte, le gouvernement français, sur la proposition du Comité consultatif d'hygiène, désigna pour aller étudier la maladie sur place quatre élèves du laboratoire de M. Pasteur, MM. **Strauss**, **Roux**, **Nocard** et **L. Thuillier**.

Le programme d'études était tracé à l'avance ; il s'agissait : 1° de rechercher chez les sujets infectés la présence d'un micro-organisme particulier ; 2° d'essayer la culture de cet organisme dans un milieu approprié ; 3° de chercher enfin à reproduire la maladie chez les animaux par l'inoculation des produits de culture.

Le travail de la Commission française est fondé sur vingt-quatre autopsies pratiquées dans des conditions particulièrement favorables, puisque plusieurs d'entre elles ont pu être faites immédiatement après la mort.

Ce sont les recherches relatives à la première partie du programme qui ont fourni les résultats les plus intéressants. La présence décelée par les colorations de micro-organismes divers, occupant l'épaisseur de la tunique de la partie inférieure de l'intestin grêle, fut bientôt constatée. Mais la diversité même de ces organismes et leur absence presque absolue dans les cas de choléra foudroyant rendent, entre autres motifs, fort peu plausible l'opinion émise par le chef de la mission allemande, à savoir que l'un de ces organismes serait l'agent spécial du choléra.

Les altérations bien connues qu'offre le sang des cholériques devait naturellement conduire ensuite à y rechercher l'existence d'un organisme particulier. De fait, on y a constaté dans tous les cas la présence de petits articles très grêles, légèrement allongés, comparables aux articles du ferment lactique, seulement d'une dimension beaucoup moindre. Malheureusement, tous les efforts tentés pour colorer cet organisme et pour le cultiver dans les milieux les plus variés ont échoué. On a essayé aussi, mais encore en vain, de séparer à l'état de pureté, par des artifices de culture, quelques-uns des microbes qui pullulent dans les selles cholériques.

Enfin on a pratiqué chez les animaux les plus divers l'ingestion des selles riziformes, soit fraîches, soit desséchées, et celle du sang des cholériques; enfin l'inoculation de ce sang dans le tissu cellulaire sous-cutané et dans les veines; toutes ces tentatives, elles aussi, sont demeurées sans résultats décisifs.

On voit, par le court exposé qui précède, que si la plupart des questions proposées à la Commission sont restées sans solution définitive, les résultats qu'elle a obtenus par un labeur incessant et poursuivi au milieu de circonstances périlleuses ne resteront pas, tant s'en faut, stériles, car il est clair que les premières difficultés ont été aplanies par elle et que désormais, le cas échéant, on saura mieux dans quel sens les recherches devront être conduites.

L'un des membres de la mission, **Louis Thuillier**, a malheureusement succombé à la maladie dont il poursuivait l'étude. Il n'est que juste de rappeler la part spéciale qui lui incombait dans les travaux de la Commission. Élève direct de M. Pasteur, il était plus qu'aucun autre au courant des procédés si précis et si délicats employés au laboratoire de la rue

d'Ulm pour la culture des organismes inférieurs. A ce titre, le soin de pratiquer et de surveiller les cultures lui appartenait particulièrement, et il s'en acquittait avec un zèle infatigable. De ce fait, il était astreint à manier incessamment des produits cholériques, frais ou desséchés, ou semés dans les liquides de culture; et peut-être faut-il expliquer ainsi le coup foudroyant qui l'a emporté à un moment où le choléra avait presque complètement disparu d'Alexandrie.

Votre Commission propose de partager entre chacun des membres de la mission, dite *Mission Pasteur,* à titre de prix, la somme de *dix mille francs,* reliquat provenant du legs Bréant, pour le dévouement scientifique dont ils ont fait preuve, et pour les résultats importants auxquels leurs recherches les ont conduits.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

## PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Vulpian, P. Bert, Richet, Larrey;
Gosselin, rapporteur.)

L'un des Ouvrages soumis à l'examen de la Commission est une Monographie de M. le Dr Guelliot, de Reims, sur l'*Anatomie*, la *Physiologie* et la *Pathologie des vésicules séminales*.

L'auteur s'est tout particulièrement occupé de la Pathologie, qui est mal connue et est restée négligée dans nos Ouvrages classiques.

Il a pris ce sujet à cœur, dès le début de ses études médicales, et a saisi toutes les occasions qui ont pu s'offrir à lui, pendant son internat dans les hôpitaux, d'étudier les vésicules séminales de tous les sujets qui, plus ou moins longtemps avant leur mort, avaient eu des uréthrites ou des prostatites, dont l'élément inflammatoire pouvait s'être propagé jusqu'aux vésicules.

Il a découvert ainsi des lésions portant les unes sur les parois mêmes des vésicules séminales, les autres sur les tissus environnants, lésions qu'on n'avait pas su reconnaître pendant la vie et qui expliquaient certains troubles fonctionnels dont s'étaient plaints les sujets.

Pour ses recherches, M. Guelliot a donc ouvert une voie nouvelle qui permettra, dans l'avenir, de reconnaître, de soigner et peut-être d'éviter des maladies ignorées jusqu'à ce jour.

Pour ces motifs, la Commission accorde le prix Godard à M. le Dr **Guelliot**, actuellement chirurgien à Reims. Elle accorde en outre une mention honorable à M. le Dr **Desnos**, pour son travail sur la *Lithotritie à séances prolongées*, travail qui non seulement reproduit les idées de M. F. Guyon sur ce sujet, mais encore fait connaître quelques expériences de l'auteur sur la puissance des contractions provoquées dans la vessie des animaux par les injections, et sur le chiffre des pressions nécessaires pour évacuer avec l'aspirateur les fragments d'une pierre qu'on a broyée, sur le cadavre, au moyen de la lithotritie.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## PRIX CHAUSSIER.

(Commissaires : MM. Gosselin, Bert, Richet, Marey;
Vulpian, rapporteur.)

M. **Legrand du Saulle** a adressé à l'Académie des Sciences, pour le prix Chaussier, les quatre Ouvrages qu'il a publiés dans ces dernières années sur la *Médecine légale :* 1° une *Etude médico-légale sur les épileptiques;* 2° une *Etude médico-légale sur les testaments contestés pour cause de folie;* 3° une *Etude médico-légale sur l'interdiction des aliénés et sur le conseil judiciaire;* 4° une *Etude sur les hystériques* (*état physique et état mental; actes insolites, délictueux et criminels*).

Dans ces différents Ouvrages, M. Legrand du Saulle s'est proposé le même but. Il a voulu réunir toutes les données médicales propres à éclairer les magistrats et les avocats sur les limites véritables, soit de la responsabilité, soit de la capacité civile, dans les circonstances où des problèmes de ce genre sont posés; il a voulu aussi faire connaître aux médecins les questions de droit que soulèvent ces problèmes, afin de les mettre en mesure d'y répondre avec toute la clarté possible.

C'est ainsi que, dans son Ouvrage sur les *Epileptiques*, l'auteur étudie ces malades à tous les points de vue : caractère, mœurs, habitudes, perversions affectives, troubles de la mémoire, impulsions subites, délire transitoire, hallucinations des sens, fureurs, délits et actes criminels. Il montre, par un grand nombre d'observations, les erreurs qui ont pu être commises par la justice, lorsque la pathologie mentale de l'épilepsie n'était pas suffisamment connue, et il fait voir quels services peut rendre

le médecin, en éclairant les tribunaux sur l'irresponsabilité des épileptiques dans certains cas déterminés.

De même, dans son *Etude médico-légale sur les testaments contestés pour cause de folie,* M. Legrand du Saulle se livre à un examen approfondi de tous les états morbides qui peuvent être mis en cause dans ces contestations. Il passe successivement en revue l'affaiblissement intellectuel produit par la sénilité, les troubles mentaux provoqués par diverses maladies, ceux de l'aphasie, de la manie, de la monomanie, de la mélancolie, de la paralysie générale, de la démence, etc.; il met en relief, à l'aide de faits nombreux, les difficultés que rencontrent trop souvent les médecins lorsqu'ils ont à faire des expertises médico-légales de cette sorte et il leur indique la voie qu'ils doivent suivre pour surmonter ces difficultés.

Les deux autres Ouvrages de M. Legrand du Saulle sont conçus dans le même esprit.

En résumé, les quatre Volumes que M. Legrand du Saulle présente au Concours pour le prix Chaussier offrent tous une incontestable importance. Sans se laisser entraîner à des discussions psychologiques qui l'auraient attardé sans grand profit, l'auteur va droit à son but, en prenant surtout la Clinique pour guide. Des collections de faits judicieusement choisis, savamment commentés, portent la lumière sur tous les points de la route. Il est conduit ainsi à des conclusions d'une grande valeur. Aussi les Ouvrages dont il s'agit font-ils autorité, non seulement en France, mais encore à l'étranger : ils sont partout et constamment cités dans les débats judiciaires qui portent sur les sujets traités par l'auteur.

La Commission décerne le prix Chaussier à M. **Legrand du Saulle.**

M. A. **Layet** a adressé à l'Académie, pour le même Concours, un Ouvrage intitulé : *Hygiène et Maladies des paysans.*

Bien que l'auteur, dans un Chapitre de son Livre, donne un aperçu de la Pathologie rurale, on peut dire que la plus grande partie de ses recherches a été consacrée à l'étude de l'hygiène des paysans. Il examine, à ce point de vue, le sol des campagnes, les habitations rurales, le régime alimentaire des campagnards, leurs boissons, leurs vêtements, leurs travaux, l'influence de leur état intellectuel et moral sur leur santé. Il signale ensuite les causes de la dépopulation des campagnes. Ce qui augmente l'intérêt de ce Livre, c'est que l'auteur a fait porter ses études non seulement sur l'hygiène des paysans français en général, mais encore sur les conditions hygiéniques spéciales à telle ou telle région de la France et même sur celles des différents pays de l'Europe.

D'ailleurs, à propos de chaque point dont il traite, M. Layet prend soin d'indiquer les modifications qui pourraient améliorer le sort des populations rurales. Il a su donner ainsi à ses recherches le caractère d'utilité pratique qu'on s'attend à trouver dans un Livre d'hygiène.

La Commission accorde une mention honorable à M. **Layet**.

M. **A. Luton** a présenté aussi pour ce Concours un Ouvrage intitulé : *Etudes de thérapeutique générale et spéciale, avec applications aux maladies les plus usuelles*.

M. Luton expose dans ce Livre les résultats d'une carrière médicale déjà longue, consacrée d'une façon presque exclusive à des recherches de thérapeutique. La première Partie de l'Ouvrage a pour objet la thérapeutique générale; dans la seconde, l'auteur passe en revue un grand nombre de points de thérapeutique spéciale, et il s'applique à faire connaître les moyens curatifs qu'il a proposés ou perfectionnés pour le traitement de diverses maladies.

Parmi ces moyens, on peut citer les injections sous-cutanées ou interstitielles de nitrate d'argent dans les cas de névralgies rebelles, de teinture d'iode dans les goîtres récents et non dégénérés, etc.; l'emploi du cyanure de zinc et du cyanure de potassium dans le traitement du rhumatisme articulaire aigu et de la goutte; l'administration des préparations de noyer dans le traitement de la tuberculisation granuleuse aiguë; le phosphate de soude dans le traitement de la scrofule, etc. Les assertions de l'auteur et les preuves qu'il allègue à l'appui de ses idées thérapeutiques sont assurément contestables sur bien des points importants; mais on doit reconnaître qu'il a fait, avec une grande sincérité, des efforts très louables pour ajouter de nouvelles ressources à celles dont la thérapeutique dispose.

La Commission accorde une mention honorable à M. **Luton**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Gosselin, Richet, Bert, H.-Milne Edwards; Vulpian, rapporteur.)

Deux Ouvrages, adressés à l'Académie pour le concours du prix Lallemand, traitent de sujets semblables. L'un est de M. **B. Ball** et est intitulé : « Leçons sur les maladies mentales »; l'autre est de M. **Aug. Voisin**, et a

pour titre : « Leçons chimiques s ur les maladies mentales et les maladies nerveuses ».

Le Livre de M. B. Ball est un véritable traité didactique de l'aliénation mentale. L'auteur jette d'abord un coup d'œil sur l'historique de cette partie de la Pathologie, puis il se livre à une étude d'ensemble de la folie. Il montre les rapports de cet état morbide avec des phénomènes de l'état physiologique, tels que les rêves, ou avec les variétés de délire observées dans le cours de certaines affections aiguës. M. Ball examine, en outre, l'état des principales fonctions chez les aliénés, les modifications que subit la physionomie des maladies intercurrentes dont ils peuvent être atteints ; les lésions anatomiques des centres nerveux qui peuvent être en connexion avec les principales variétés de l'aliénation mentale. Il expose ensuite les causes de la folie, indique les règles d'après lesquelles doit être établi le diagnostic, celles qui doivent servir à formuler le pronostic, et il discute la valeur des divers moyens thérapeutiques mis en œuvre pour le traitement des aliénés.

Après ces études de Pathologie générale, l'auteur passe en revue les principaux types de l'aliénation mentale et en trace l'histoire particulière avec beaucoup de soin.

M. Ball ne se borne pas d'ailleurs, dans son Ouvrage, à résumer, sous une forme précise et claire, les recherches de ses prédécesseurs ; il y ajoute, sur chaque point, les résultats de son expérience personnelle.

L'Ouvrage de M. Voisin porte, peut-être encore plus que celui de M. Ball, l'empreinte des préoccupations des aliénistes modernes. Jusqu'à une époque assez rapprochée de la nôtre, les médecins qui se livraient spécialement à l'étude des maladies mentales avaient généralement une tendance à considérer la plupart de ces maladies comme des affections sans lésions. Aujourd'hui on incline, au contraire, à les regarder toutes comme liées à des modifications matérielles des centres nerveux, que ces modifications soient directement reconnaissables à l'œil nu ou à l'aide du microscope, ou qu'elles soient hors de la portée actuelle de nos moyens d'investigation. M. Aug. Voisin est entré résolûment, depuis longtemps déjà, dans cette voie, et il a étudié, avec une grande persévérance, les altérations de la substance grise et de la substance blanche de l'encéphale chez les aliénés, comme aussi celles que présentent parfois chez eux les nerfs crâniens et même les ganglions du système grand sympathique. Il insiste en outre particulièrement, dans l'Ouvrage dont il s'agit ici, sur les troubles circulatoires et les

lésions vasculaires qui, pour un grand nombre d'auteurs, joueraient un rôle important dans certaines variétés de la folie, par exemple sur la congestion active et la congestion passive de l'encéphale, sur l'anémie cérébrale, sur les altérations athéromateuses des artères, etc.

La part que prennent ces diverses conditions morbides au développement de l'aliénation mentale a certainement été exagérée, car dans beaucoup de cas on peut dire que la congestion cérébrale est le résultat et non la cause de l'irritation des éléments propres du tissu du cerveau, et, d'autre part, dans les cas où cette irritation ne préexiste pas, la congestion, de même que l'anémie, n'agit sur les centres encéphaliques que s'ils sont dans un tel état d'imminence morbide que la plus légère influence peut suffire pour provoquer des troubles de la cérébration.

Il est impossible, toutefois, de ne pas tenir compte de ces modifications de la circulation, lorsqu'on est conduit à en soupçonner l'existence chez tel ou tel aliéné, car elles peuvent aggraver la situation en entravant plus ou moins, dans la substance cérébrale, les phénomènes de la nutrition intime, ou en créant une menace d'hémorrhagie intra-crânienne, et elles peuvent, par suite, dicter en partie la médication à suivre.

La thérapeutique des maladies mentales est encore un des sujets qui ont le plus attiré l'attention de M. Voisin. Parmi les moyens de traitement dont il a étudié très attentivement les effets, on peut signaler surtout la morphine en injections hypodermiques. Cette méthode, appliquée au traitement de l'aliénation mentale d'abord par M. Erlenmeyer, puis par MM. Roller, Kraft-Ebing, etc., paraît avoir réussi dans certains cas, entre les mains de M. Voisin, et les photographies placées à la fin de son Livre en témoignent nettement.

Bien que les Ouvrages de MM. **B. Ball** et **Aug. Voisin** se recommandent par de sérieux mérites, la Commission n'a pas pensé qu'elle pût décerner, cette année, le prix Lallemand; mais elle propose d'attribuer à chacun de ces deux auteurs la moitié de la valeur de ce prix, à titre d'encouragement.

Cette proposition est adoptée.

## PHYSIOLOGIE.

### PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Vulpian, Gosselin, Marey, H. Milne-Edwards ;
Paul Bert, rapporteur.)

La Commission a décerné le prix de Physiologie expérimentale à M. le Dr **Paul Regnard**, professeur à l'Institut agronomique, pour son Livre intitulé : *Recherches expérimentales sur les variations pathologiques des combustions respiratoires*.

C'est une œuvre de longue haleine, comprenant le résumé de plusieurs centaines d'expériences faites tantôt au laboratoire de vivisection, tantôt au lit du malade, et dans la plupart desquelles la méthode expérimentale et le dispositif instrumental ont été imaginés ou perfectionnés par l'auteur.

M. Regnard a divisé en quatre Parties son important travail. La première a pour titre : *Variations pathologiques de la respiration élémentaire ;* il y étudie les modifications dans l'absorption d'oxygène et la production d'acide carbonique par des tissus séparés du corps quand on les soumet à des conditions d'oxygénation ou de chaleur ayant certains rapports avec celles que les altérations pathologiques peuvent amener dans l'organisme vivant.

Dans la deuxième, *Variations pathologiques du milieu intérieur,* M. Regnard analyse d'abord les gaz du sang artériel chez les animaux, sous l'influence de diverses circonstances physiologiques et pathologiques ; puis il examine la *capacité respiratoire du sang,* c'est-à-dire la quantité d'oxygène qu'il peut absorber, quand on l'agite au contact de l'air, jusqu'à saturation. Ces dernières recherches, faites en grande partie sur des hommes malades, ont donné des résultats fort utiles à la fois pour la Physiologie, la Pathologie, la Médecine légale.

La troisième Partie, *Variations pathologiques du milieu extérieur,* est consacrée à l'étude des modifications que diverses maladies apportent dans le jeu de la ventilation pulmonaire. De là d'intéressantes recherches de sphirométrie et de pneumographie.

Enfin la quatrième Partie : *Variations pathologiques des produits de combustion,* envisage le problème des altérations pathologiques de la combus-

tion intra-organique, non plus dans ses causes (variations du milieu intérieur et du milieu extérieur), mais dans ses résultats principaux : excrétion de l'urée et de l'acide carbonique, production de la chaleur. Au cours de ses recherches, M. Regnard a imaginé un uréomètre très simple et d'un maniement très facile, qui est entré dans l'arsenal clinique de nos hôpitaux. Les conclusions de cette partie du travail de M. Regnard, basées sur un très grand nombre d'expériences faites pour la plupart au lit d'un malade, sont du plus haut intérêt. Le Chapitre où il est question des variations du rapport $\frac{CO^2}{O}$ entre l'acide carbonique produit et l'oxygène absorbé, rapport qui diminue dans certaines circonstances (fièvres franches, inflammations aiguës), pour augmenter beaucoup dans d'autres (convalescence), mérite d'être tout particulièrement signalé à l'attention des physiologistes.

En résumé, le Mémoire de M. **P. Regnard** est remarquable par la logique, l'esprit de suite, la prudence qui ont dirigé les recherches et inspiré les conclusions. Il témoigne d'une érudition étendue, d'une grande habileté expérimentale, avec une connaissance approfondie des ressources que présente l'application des sciences physico-chimiques à la Physiologie et des services que la Physiologie peut rendre à la Pathologie. A ces divers titres, il nous a paru digne de recevoir le prix de Physiologie de la fondation Montyon.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

## PRIX LACAZE.

(Commissaires : MM. Gosselin, Vulpian, Marey, Richet, Charcot, de Quatrefages, H.-Milne Edwards, de Lacaze-Duthiers; Paul Bert, rapporteur.)

La Commission chargée par vous d'apprécier les titres des candidats au prix de Physiologie fondé par M. Lacaze vous propose de le décerner à M. **Balbiani**, professeur au Collège de France.

Les travaux de M. Balbiani, que l'Académie a déjà, à plusieurs reprises, honorés de ses récompenses, ont trait aux questions les plus délicates et les plus difficiles de l'Embryogénie et de la Physiologie générale. L'étude de la cellule, et particulièrement de la cellule-œuf, et des êtres microscopiques dont la constitution est comparable à celle d'une cellule, l'occupe

depuis plus de vingt années. Une quantité de découvertes de détail du plus haut intérêt ont été la conséquence de ses patientes investigations, et, à un point de vue général, il a été des premiers à montrer que l'élément cellule est moins simple qu'on ne l'avait supposé, et qu'il forme, dans maintes circonstances, un petit organisme de structure assez complexe.

Dès 1861, dans un Mémoire, qui fut très remarqué; sur les *Phénomènes sexuels chez les Infusoires,* après avoir rectifié un certain nombre d'erreurs classiques, après avoir montré notamment que les animalcules à forme d'Acinètes, que l'on considérait comme les embryons des Infusoires ciliés, n'étaient que des parasites, M. Balbiani démontra que la reproduction par division longitudinale, signalée par Ehrenberg et admise par tous les naturalistes, n'est très souvent qu'une simple conjugaison de deux de ces êtres microscopiques. Il a décrit alors les modifications que subissent pendant cette espèce d'accouplement les organes internes de ces animalcules, et cette étude a été, malgré des fautes d'interprétation presque inévitables à cette époque, le point de départ des découvertes modernes sur la division indirecte des cellules ou karyokinèse.

Peu de temps après, il découvrit ce fait, fort inattendu, que la tache germinative ou nucléole de la cellule-œuf peut être animée de mouvements très prononcés et capables d'amener des changements notables dans la forme de ce corps, mouvements tantôt comparables à ceux des amibes, tantôt s'opérant rythmiquement, à la manière de ceux des vésicules pulsatiles chez les Infusoires. Il y a là une sorte de vacuole se prolongeant en un canal qui s'ouvre dans l'intérieur du vitellus. L'interprétation de ces faits est encore aujourd'hui, malgré les recherches récentes de divers micrographes et de M. Balbiani lui-même, enveloppée d'une grande obscurité; mais leur importance est universellement reconnue.

D'autres exemples de la complexité de structure des noyaux cellulaires ont été fournis par des études sur les cellules proprement dites chez divers Invertébrés; et ces faits, d'abord considérés comme exceptionnels, ont été généralisés par d'autres observateurs et retrouvés même dans des cellules végétales. Mais il doit nous suffire d'avoir indiqué ces faits pour montrer l'importance des recherches de M. Balbiani sur des sujets si difficiles.

Ses travaux sur l'origine de l'élément germinatif dans l'œuf ne sont pas de moindre conséquence. L'opinion classique le trouvait dans la vésicule de Purkinje, appelée couramment *vésicule germinative.* Mais M. Balbiani constata la présence dans l'œuf d'un autre corpuscule, auquel il a donné le nom de *vésicule embryogène,* à cause du rôle qu'il lui attribue.

Cette découverte a été l'origine de théories hardies sur la dualité sexuelle de l'œuf, fort discutées par les embryologistes, et dont la défense a conduit M. Balbiani à de nombreuses et très intéressantes constatations de détail.

Il convient de placer au même rang d'importance les études récentes de M. Balbiani sur la signification des globules polaires de l'œuf des insectes. La destination de ces corpuscules, découverts par notre savant Confrère M. Robin, était restée tout à fait mystérieuse. M. Balbiani, ayant suivi de plus près leurs transformations, y vit l'origine des premières cellules sexuelles. Ainsi les rudiments des organes génitaux apparaîtraient avant tous les autres organes, avant le blastoderme, c'est-à-dire avant l'embryon lui-même. On peut dire, par conséquent, que l'ovule, le spermatozoïde et l'embryon ont pour auteur commun l'œuf fécondé; mais, tandis que ce dernier est susceptible de se développer immédiatement, les deux premiers n'acquièrent l'aptitude au développement que par leur réunion dans une nouvelle fécondation. En d'autres termes, l'embryon ne fait que conserver dans son intérieur les organes reproducteurs avec les caractères primitifs qu'ils avaient reçus de l'œuf. On peut tirer de là des conséquences du plus haut intérêt sur la persistance des caractères spécifiques, malgré les variétés individuelles.

Nous avons tenu à insister surtout sur ces découvertes fondamentales qui donnent la mesure de la valeur des travaux de M. Balbiani. Aussi ne citerons-nous que pour mémoire ses travaux d'histologie et d'embryologie descriptives, si intéressants qu'ils soient. On ne peut cependant passer complètement sous silence ses beaux Mémoires sur les sporozoaires, sur les corpuscules de la pébrine, sur le développement des Aranéides, des Phalangides, des Strongles-géants, sur l'embryogénie de la Puce, sur la reproduction des Aphides. Ces derniers travaux avaient préparé M. Balbiani à l'étude du redoutable ennemi de nos vignes; aussi l'Académie le choisit-elle comme un de ses délégués. Il commença par une étude modèle sur le Phylloxera du chêne et en tira des inductions que l'expérience vérifia pour l'histoire du *Phylloxera vastatrix :* la découverte, entre autres, de l'œuf d'hiver, de l'œuf fécondé, non seulement est fort intéressante pour l'histoire naturelle, mais présente une véritable utilité au point de vue pratique.

Cet ensemble de travaux, aussi remarquables par la précision des recherches de détail que par la portée philosophique des vues dirigeantes et des résultats constatés, justifiera sans doute aux yeux de l'Académie la

désignation de M. **Balbiani** comme lauréat du prix Lacaze pour la Physiologie.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## LOCOMOTION AÉRIENNE.

### PRIX PENAUD.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Marey, Jamin, Rolland;
Tresca, rapporteur.)

M. Alphonse Penaud, à qui l'on doit ces charmants appareils à hélice qui s'élèvent dans l'air sous l'action si simplement efficace de petits ressorts, formés de fils de caoutchouc tordus, a remis à l'Académie le soin de décerner le prix qu'il a fondé, en faveur de celui qui aura le plus fait progresser la question de la locomotion aérienne, soit par les ballons, soit par l'aviation.

Cette rédaction du généreux et malheureux donateur n'implique pas que la solution devra être complète, et beaucoup de chercheurs se sont trouvés attirés par le désir d'apporter à l'étude de cette question quelque utile perfectionnement.

Les recherches sur la direction dans l'air se poursuivent par trois procédés différents : les ballons, les aéroplanes et les oiseaux mécaniques, avec des probabilités de succès bien différentes.

Au point de vue de la navigation dans un air tranquille, on peut dire que la question est résolue par le ballon qui, amené à l'état de complet équilibre, pourra être facilement mis en mouvement par tout propulseur et dans toute direction. Le déplacement sera plus réalisable pour les grands appareils, parce que la résistance n'augmente que comme leur surface et la force ascensionnelle comme le cube des dimensions. Il en résulte que plusieurs voyageurs pourront être soutenus et transportés, s'ils ont à leur disposition une puissance motrice suffisante. L'action de cette force motrice pourra d'ailleurs être interrompue sans qu'il y ait d'autre danger à courir pour le voyageur que celui d'être emporté dans une direction im-

prévue. Nous verrons qu'il n'en est pas de même avec les autres dispositions.

Après l'expérience de M. Giffard sur un ballon fusiforme mû par une petite machine à vapeur, en 1852, après la grande expérience de 1872 de notre éminent Confrère M. Dupuy de Lôme, sur un aérostat, de même profil, entraîné à bras d'hommes par une hélice, la principale difficulté consistait à obtenir, sous le même poids, un moteur beaucoup plus puissant. M. Gaston Tissandier en a, l'an dernier, réalisé tous les éléments en employant d'abord une machine dynamo-électrique servie par des accumulateurs et, mieux encore, par une batterie d'éléments légers de pile au chromate de plomb. Il a, plus récemment, fait fonctionner par ce moyen un ballon de $2000^{mc}$, rempli d'hydrogène d'une grande pureté, préparé en grand à l'aide d'un appareil de nouvelle construction. Il a ainsi obtenu une vitesse de $3^{m}$ de déplacement par seconde, mais le gouvernail n'a pas suffi pour s'opposer à toute rotation de l'aérostat.

Avec les appareils plus lourds que l'air, l'énergie à développer doit tout à la fois satisfaire à la condition de suspension et à celle de la translation. C'est dire qu'elle doit être incessamment mise en jeu, et que le moindre arrêt dans son développement entraînerait inévitablement une chute immédiate. Cette nécessité d'un travail continu, sans trêve ni merci, ce transport sans arrêt ni repos, depuis le point de départ jusqu'au point d'arrivée, n'est-ce pas, dans une certaine mesure, la négation même d'un voyage utilement réalisable?

» D'un autre côté, la résistance d'un solide de faible épaisseur, lorsqu'il s'agit de le faire glisser dans l'air, est beaucoup moindre que celle d'un corps volumineux, et l'exemple de certains fragments de feuilles nous montre que le vent lui-même peut leur fournir les éléments de leur locomotion.

Bien que l'on soit parvenu, au moyen de la notion théorique des aéroplanes, à déterminer à peu près les conditions de moindre effort, il n'en est pas moins vrai que la résistance au déplacement augmente comme le carré des dimensions, tandis que l'effort de suspension varie comme leur cube, ce qui permet *a priori* d'affirmer que, toutes choses égales d'ailleurs, les difficultés croîtront rapidement avec la grandeur des appareils et celle des poids dont ils devraient être chargés.

M. Duroy de Bruignac n'ose pas entièrement se fier à un simple aéroplane; il le double d'un ballon de petite dimension, en partie abrité

contre la résistance de l'air par des surfaces planes, en ne demandant plus au vent qu'une partie de la force nécessaire pour le soutenir. Il donne avec sagacité la théorie de cet assemblage, qu'il désigne sous le nom d'*aéroplane mixte*. Ses calculs sont bien déduits, et les considérations qui les accompagnent nous semblent plus sérieuses que le procédé même auquel ils s'appliquent. Nous recommandons son travail à ceux qui voudraient poursuivre quelque étude dans la même voie.

Les mêmes considérations sur l'influence des dimensions sont, de tous points, applicables aux appareils à l'aide desquels on a cherché à imiter, à grand renfort de complications, le vol des oiseaux. Les dispositions les plus ingénieuses ont permis de construire des oiseaux artificiels de petites dimensions, mais toutes les tentatives ont échoué quand on a voulu enlever un poids un peu considérable. Il semble que l'on soit, à ce sujet, plus éloigné de la vérité, puisque les auteurs des solutions les mieux réussies paraissent renoncer à pousser plus loin leurs études expérimentales dans la même direction.

Après les hélicoptères de Penaud, M. **V. Tatin** a construit de véritables oiseaux, volant réellement à coups d'ailes ; notre Confrère M. Marey les a décrits et étudiés, et si leur auteur, découragé aujourd'hui de cette solution, a discontinué ses essais, il n'en faut pas moins reconnaître que c'est lui qui y a le mieux réussi. Reste à savoir si le poids d'un homme n'est pas trop grand pour que le principe du vol lui soit applicable et si l'on a même quelque raison d'admettre qu'il soit doué de la prestesse et de la sensibilité au moindre courant d'air qui lui seraient indispensables pour gouverner convenablement tous ses mouvements au cas où l'appareil pourrait être réalisé.

C'est, du reste, M. Tatin qui a construit l'hélice dont se sert M. Tissandier dans ses nouvelles expériences.

En résumé, le problème de la navigation aérienne, dans un air tranquille, n'est résolu que par le ballon dirigeable, et dans des limites de vitesse qui ne permettent pas encore d'aborder les véritables conditions de la pratique ; les aéroplanes et les oiseaux artificiels sont encore plus loin de la solution, et laissent entrevoir des dangers inévitables. Cependant des études sérieuses ont été faites, et parmi les cinquante-quatre Mémoires présentés au Concours, votre Commission a recherché le travail le plus sérieux de chaque groupe ; elle n'avait pas l'espoir d'y rencontrer une solution quelque peu complète, et elle s'estime heureuse de pouvoir proposer à

l'Académie de disposer de la libéralité de M. Penaud en trois parts égales, attribuées à MM. **Gaston Tissandier**, **Duroy de Bruignac** et **V. Tatin**, dont le présent Rapport a pour objet de lui faire connaître sommairement les travaux.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## PRIX GÉNÉRAUX.

### PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Dumas, Schlœsing, Boussingault, Rolland ;
Peligot, rapporteur.)

La Commission des Arts insalubres de la fondation Montyon déclare qu'aucune des Communications qui lui ont été adressées cette année ne lui a paru de nature à mériter, quant à présent, une des récompenses dont elle peut disposer.

### PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Dumas, Breguet, Rolland, Daubrée ;
Bertrand, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Trémont à M. **J. Morin**, pour l'ensemble de ses travaux et de ses inventions mécaniques.

### PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Dumas, Hermite, Bonnet, Rolland ;
Pasteur, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de partager le prix Gegner de l'année 1883 entre M. **Edmond Lescarbault** et M. **Charles Brame**.

Cette proposition est adoptée.

## PRIX PETIT D'ORMOY.

(Sciences mathématiques.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, O. Bonnet, Faye;
C. Jordan, rapporteur.)

L'Académie se trouve appelée à décerner, pour la première fois, l'un des prix que la généreuse munificence de M. Petit d'Ormoy lui a permis de fonder.

Les progrès remarquables accomplis depuis quelques années, et notamment en France, dans le domaine des Mathématiques pures, ont déterminé la Commission à proposer à l'Académie de fixer son choix sur un géomètre. Plusieurs auraient été dignes de cet honneur; mais nous avons dû prendre celui que l'étendue de sa réputation, la maturité de son talent, le nombre et la variété de ses travaux désignaient plus particulièrement à nos suffrages.

L'œuvre de M. **Gaston Darboux** est trop étendue pour que nous essayions de l'analyser en détail, car elle se compose de plus de cent Mémoires, dont le cercle embrasse presque toutes les branches du Calcul intégral et de la Géométrie, diverses parties de l'Algèbre et de la Mécanique. Tous ces travaux se distinguent par une extrême lucidité, par une profonde connaissance de toutes les ressources de l'Analyse, par une rare habileté à relier entre elles des questions en apparence distinctes, et à remonter aux véritables principes des théorèmes, pour leur donner toute la généralisation dont ils sont susceptibles; ils contiennent un grand nombre de résultats nouveaux et importants, dont nous ne pouvons signaler ici qu'un petit nombre.

Les premières recherches de M. Darboux ont eu pour objet la théorie des surfaces orthogonales, question sur laquelle les beaux théorèmes de Dupin et les travaux de MM. Bonnet et Serret avaient fortement attiré l'attention des géomètres. On connaissait depuis longtemps un système de ce genre, formé de surfaces homofocales du second ordre. La découverte d'un système analogue, faite simultanément par M. Darboux et par M. Moutard, excita un vif intérêt. Un peu plus tard, M. Darboux, généralisant le problème pour l'étendre aux fonctions d'un nombre quelconque de variables, forma les équations aux dérivées partielles analogues à celle que M. Bonnet avait donnée pour le cas des surfaces, et qui sont la condition nécessaire et suffisante pour que la question admette une solution. Il fit voir en outre

que d'un système orthogonal à $n$ variables on peut déduire un système analogue à $n - 1$ variables; théorème important, qui permettait de tirer du système déjà connu à cette époque une infinité de systèmes nouveaux. Enfin, comme corollaire de ces recherches, il détermina les lignes de courbure des surfaces tétraédrales de Lamé.

Dans un autre Mémoire, *Sur les systèmes linéaires de coniques et de surfaces du second ordre*, il a également déterminé les lignes asymptotiques d'un grand nombre de surfaces (surfaces de Steiner, surface des centres de l'ellipsoïde, surfaces tétraédrales, etc.).

Les théorèmes célèbres de Poncelet et de Chasles sur les polygones inscrits et circonscrits à des coniques ont été pour M. Darboux l'occasion d'une nouvelle et importante série de recherches. Il en donne une démonstration nouvelle, montre leur liaison avec la théorie de la transformation des fonctions elliptiques, et enfin les étend aux polygones inscrits dans un ellipsoïde.

Nous devons citer encore, parmi les travaux géométriques de M. Darboux, un Mémoire justement remarqué sur les groupes de points, de cercles et de sphères; une élégante application des fonctions elliptiques à l'étude des déformations d'un quadrilatère articulé; un Ouvrage sur les théorèmes d'Ivory; un autre livre plus étendu, intitulé : *Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques et sur la théorie des imaginaires*. Ce dernier Ouvrage et les notes qui l'accompagnent ont été très favorablement appréciés par les géomètres les plus éminents, et contiennent une foule de résultats remarquables. Nous nous bornerons à signaler une méthode nouvelle et très simple pour former l'équation différentielle des surfaces applicables sur une surface donnée, et cette proposition que les coordonnées d'une surface du troisième ordre (et plus généralement d'une surface cyclide) peuvent s'exprimer par des fonctions hyperelliptiques de deux paramètres variables. L'analogie de ce dernier résultat avec le célèbre théorème de Clebsch sur les courbes du troisième ordre suffit à en faire ressortir l'importance.

Enfin, M. Darboux a publié récemment de nombreuses recherches sur la théorie des surfaces, et notamment sur la détermination des surfaces qui admettent une représentation sphérique donnée.

Nous venons de citer sommairement quelques-uns des services rendus à la Géométrie par les travaux de M. Darboux. Ceux qu'il a rendus au Calcul intégral ne sont pas moins considérables.

Nous signalerons tout d'abord un Mémoire important sur les fonctions

discontinues, où il soumet à une analyse approfondie les principes de la théorie des fonctions, et établit, entre autres, une proposition remarquable, qui permet de définir de la manière la plus nette la condition d'intégrabilité d'une fonction.

Plusieurs autres Mémoires sont consacrés aux développements en série. M. Darboux y donne une démonstration nouvelle de la convergence des développements suivant les fonctions de Laplace, ou les polynômes de Legendre. Il a établi un peu plus tard d'autres développements plus généraux suivant les polynômes de Jacobi, en se fondant sur l'expression asymptotique qu'il avait trouvée pour ces polynômes.

Les équations différentielles où les variables se trouvent mêlées, et qui ne se ramènent pas à la forme homogène ou linéaire, ont été jusqu'à ce jour peu étudiées. Une équation remarquable, intégrée par Jacobi, était restée jusque-là isolée. M. Darboux a montré qu'elle constitue le premier terme d'une classe étendue d'équations différentielles, dont on pourra écrire l'intégrale générale toutes les fois qu'on aura réussi à obtenir des intégrales particulières algébriques en nombre suffisant. Cette importante proposition permet de construire une foule d'équations différentielles dont l'intégrale générale s'obtienne, pour ainsi dire, à la simple vue.

M. Darboux a fait cette remarque simple, mais importante, qu'une équation différentielle n'admet d'intégrale singulière que dans des cas exceptionnels, et que la méthode indiquée avant lui pour déterminer l'intégrale singulière en partant de l'équation différentielle fournit en général le lieu des points singuliers des courbes intégrales, et non leur enveloppe.

Il a encore montré que, si un système d'équations linéaires admet une intégrale algébrique, il admettra également comme intégrale tous ses covariants.

L'Académie avait proposé, il y a quelques années, comme sujet du grand prix de Mathématiques, l'étude des solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre. Le Mémoire transmis par M. Darboux en réponse à cette question et couronné par l'Académie est une œuvre considérable. Il contient, entre autres résultats, la fixation précise des caractères des solutions singulières; la détermination des règles qui permettent de les déduire directement de l'équation différentielle; l'étude des relations de contact qui existent entre cette solution et les autres intégrales complètes ou générales; enfin l'extension aux équations aux dérivées partielles de la méthode d'intégration par différentiation.

Dans un travail antérieur, sur les équations aux dérivées partielles du

second ordre, M. Darboux avait indiqué un procédé nouveau d'intégration qui supplée à la méthode de Monge lorsque celle-ci n'est pas applicable, et permet de déterminer l'intégrale, toutes les fois qu'elle ne contient pas de signe d'intégration.

Nous citerons en terminant, parmi les travaux de M. Darboux qui ne rentrent pas dans le cercle habituel de ses études, ses Mémoires sur les formes quadratiques, sur la théorie du choc, sur l'équilibre astatique; une analyse ingénieuse des principes sur lesquels est fondée la démonstration du parallélogramme des forces, etc.

Quelque incomplet que soit le résumé précédent, il nous paraît suffire à justifier la proposition faite à l'unanimité par la Commission de décerner le prix Petit d'Ormoy à M. **Gaston Darboux**, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

Cette proposition est adoptée.

## PRIX PETIT D'ORMOY.

(Sciences naturelles.)

(Commissaires : MM. H.-Milne Edwards, Duchartre, de Quatrefages, Hébert; Émile Blanchard, rapporteur.)

Pour la première fois, l'Académie est appelée à décerner un prix d'une importance considérable, tout particulièrement affecté aux Sciences naturelles. On le doit à la généreuse pensée d'un ami de la Science, M. Petit d'Ormoy.

Après avoir considéré différents travaux très recommandables de nos naturalistes les plus distingués, la Commission a fixé son choix sur l'œuvre de M. **Henri Filhol**, à raison d'études poursuivies avec une grande persévérance et beaucoup de sagacité. C'est un ensemble d'Ouvrages et de Mémoires sur les Mammifères qui habitaient le sol de la France durant la période de l'éocène supérieur et du miocène inférieur.

Des fouilles exécutées en divers gisements avec continuité ayant mis aux mains de l'auteur une multitude d'ossements du plus réel intérêt, des reconstitutions remarquables ont été opérées.

Les dépôts de phosphorites du Quercy ont été explorés pendant une longue suite d'années avec un merveilleux succès. M. Filhol n'a pas seulement recueilli les restes des grandes espèces, mais encore ceux des plus petits Mammifères : Rongeurs, Insectivores, Cheiroptères.

On en tire, dès à présent, une vue nouvelle qui prendra une extrême importance, quand elle aura été complètement vérifiée. Il y a des indices que des Chauves-Souris des temps éocène et miocène existent encore aujourd'hui sur quelques points du globe. Ces animaux, grâce à leurs puissants moyens de locomotion, auraient échappé aux cataclysmes qui ont anéanti les Mammifères terrestres.

Les recherches effectuées à Saint-Gérand-le-Puy, dans le département de l'Allier, et à Ronzon, dans le département de la Haute-Loire, ont amené la découverte de nombreuses espèces. Ainsi M. Filhol a observé des Carnassiers très différents de ceux qui existent de nos jours; il a rencontré des types qui paraissent établir la transition entre des groupes qui, d'après la considération seule des espèces actuelles, semblent très nettement séparés; par la comparaison d'une multitude de pièces appartenant à une même espèce, il a reconnu dans le système dentaire une variation qui dépasse, dans une large mesure, ce qu'on avait constaté à cet égard chez des animaux sauvages.

En résumé, M. Filhol a fait revivre, avec des proportions qui n'avaient pas été soupçonnées, la faune des Mammifères habitant nos contrées pendant une longue période de l'époque tertiaire : faune offrant une diversité de types, une richesse d'espèces, une abondance d'individus comme on en trouve peu d'exemples aujourd'hui, même dans les régions du monde les plus favorisées de la nature.

Les travaux de Paléontologie de M. Filhol, on le voit, étaient bien suffisants pour déterminer la Commission en faveur de ce naturaliste. Il faut cependant rappeler que M. Filhol, attaché en 1874 à la Mission qui devait suivre le passage de Vénus à l'île Campbell, a fait une remarquable exploration de cette terre. Ses recherches sur sa constitution géologique jettent une vive lumière sur les phénomènes qui se sont accomplis sur ce point des régions australes. Ses observations, relatives à la flore et à la faune, méritent une attention spéciale. Dans la partie zoologique, on remarque, sur un des plus singuliers types de la classe des Oiseaux, les Manchots, une étude de la charpente osseuse et du système vasculaire dont la portée est considérable.

Si rapide que soit ce Rapport, il justifie d'une manière complète, croyons-nous, la résolution, prise à l'unanimité par la Commission, de décerner le prix Petit d'Ormoy à M. **Henri Filhol**.

## PRIX PETIT D'ORMOY.

L'Académie, conformément à la décision prise par elle, d'employer chaque année la portion disponible des fonds Petit d'Ormoy à des récompenses méritées en dehors des programmes proposés à l'avance, décerne une médaille d'honneur à MM. **Parfait**, **Antoine**, **Jacquet**, **Bourget**, **Gibory**, **Vincent**, **Huas**, **Robinet de Plas**, **H. Filhol**, **P. Fischer**, **de Folin**, **Marion**, **E. Perrier**, **L. Vaillant**, **Ch. Brongniart**, **G. Poirault**, qui ont pris part à l'expédition scientifique du *Talisman*, dirigée par M. Alphonse Milne-Edwards.

Une médaille est également décernée à chacun des savants qui, pendant l'année 1883, ont pris part, à la baie Orange et à bord du navire *la Romanche*, aux travaux de l'expédition du cap Horn : MM. **Martial**, **Courcelle-Seneuil**, **Payen**, **Lephay**, **Le Cannelier**, **Hyades**, **Doze**, **de Lajarte**, **de Carfort**, **de la Monneraye**, **Hahn**, **Féart**, **Lebrun**, **Hariot** et **Sauvinet** recevront chacun un exemplaire de la médaille.

## PRIX FONDÉ PAR M$^{me}$ LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par M$^{me}$ la Marquise de Laplace, d'une rente pour fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Rateau** (Auguste-Camille-Edmond), né à Royan (Charente-Inférieure), le 13 novembre 1863, et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École des Mines.

# PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

## POUR LES ANNÉES 1884, 1885, 1886, 1887 ET 1893.

## GÉOMÉTRIE.

### PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1884.)

L'Académie propose pour sujet du prix qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1884, la question suivante :

La découverte des lignes de courbure, sur une surface quelconque, a été proposée par Monge en 1781 (*Mémoires de l'Académie des Sciences*) dans un Mémoire intitulé : *Théorie des déblais et remblais.*

*Deux volumes équivalents étant donnés, les décomposer en parcelles infiniment petites se correspondant deux à deux suivant une loi telle que la somme des produits des chemins parcourus en transportant chaque parcelle sur celle qui lui correspond par le volume de la parcelle transportée soit un minimum.*

La théorie des lignes de courbure est présentée par l'illustre géomètre comme une remarque incidente dans l'étude de ce problème, qui jusqu'ici n'a été résolu dans aucun cas.

L'Académie propose pour sujet du prix, soit l'étude générale de ce problème des déblais et remblais, soit la solution dans un cas simple choisi par l'auteur du Mémoire.

Les Ouvrages manuscrits destinés au Concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1884; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

### PRIX FRANCOEUR.

Un Décret en date du 18 janvier 1883 autorise l'Académie à accepter la donation qui lui est faite par Mme veuve Francœur, pour la fondation d'un prix *annuel* de *mille francs* qui sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin de chaque année.

## MÉCANIQUE.

### PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1884.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

### PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par Mme Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par les-

quels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le Prix consiste en une médaille de la valeur de *deux mille francs.*

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

## PRIX MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *sept cents francs.*

## PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour » les dividendes être employés *chaque année,* s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur. »

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année,* dans sa séance publique, une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

## PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, *tous les trois ans,* à l'Acadé-

mie des Sciences, une somme de *trois mille francs*, pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* doit être décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie, d'exciter MM. les ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix fondé par M. Dalmont dans sa séance publique de l'année 1885.

## PRIX FOURNEYRON.

L'Académie des Sciences a été autorisée, par décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs, qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron, d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

En conséquence, l'Académie propose pour sujet du prix Fourneyron, qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1885, la question suivante : *Etude théorique et pratique sur les accumulateurs hydrauliques et leurs applications.*

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1885.

## ASTRONOMIE.

### PRIX LALANDE.

La médaille fondée par Jérôme de Lalande, pour être accordée *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile au progrès de l'Astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

Ce prix consiste en une médaille d'or de la valeur de *cinq cent quarante francs.*

### PRIX DAMOISEAU.

Question proposée pour 1869, remise à 1872, à 1876, à 1877, à 1879, à 1882, et enfin à 1885.

Un Décret en date du 16 mai 1863 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mme la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs,* « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau.* Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie rappelle qu'elle maintient au concours pour sujet du prix Damoiseau qu'elle doit décerner en 1885 la question suivante :

« *Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en*
» *déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit*
» *une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des*
» *Tables particulières pour chaque satellite.* »

Elle invite les concurrents à donner une attention particulière à l'une des conditions du prix, celle qui est relative à la détermination de la vitesse de la lumière.

Le prix sera une médaille de la valeur de *dix mille francs*.

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin 1885.

## PRIX VALZ.

Mme Veuve Valz, par acte authentique en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs*, destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande. Sa valeur est de *quatre cent soixante francs*.

L'Académie a été autorisée à accepter cette donation par Décret en date du 29 janvier 1875.

Elle décernera, s'il y a lieu, le prix Valz de l'année 1884 à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

# PHYSIQUE.

## GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1884.

La Commission chargée de présenter un sujet de prix pour les Sciences Mathématiques a proposé la question suivante :

« *Perfectionner en quelque point important la théorie de l'application de* » *l'électricité à la transmission du travail.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être remis au Secrétariat avant le 1er juin 1884 ; ils porteront une épigraphe ou devise, répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

## GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour 1878, remise à 1880, à 1882, et enfin à 1885.

L'Académie avait proposé pour sujet du grand prix qu'elle devait décerner en 1882 la question suivante :

« *Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point* » *de vue expérimental et théorique.* »

Elle maintient la même question au Concours pour l'année 1885. Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

## PRIX BORDIN.

Question proposée pour 1882 et remise à 1885.

« *Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand* » *développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.* »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.* Les Mémoires destinés au Concours seront reçus jusqu'au 1er juin 1885; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

## PRIX L. LACAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis Lacaze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10 000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage
» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers
» pourront concourir. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à *l'Aca-*
» *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-*
» *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie*, distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. Les étrangers pourront
» concourir. Ces sommes ne seront pas partageables, et seront données
» en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par *l'Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

Un Décret en date du 27 décembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance publique de l'année 1885, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 1173 et 1184.)

## STATISTIQUE.

### PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France,* celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce Concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *cinq cents francs.*

## CHIMIE.

### PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le D^r Jecker a fait à l'Académie un legs de *dix mille francs de rente* destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique.*

A la suite d'une transaction intervenue entre elle et les héritiers Jecker, l'Académie avait dû fixer à *cinq mille francs* la valeur de ce prix jusqu'au moment où les reliquats tenus en réserve lui permettraient d'en rétablir la quotité, conformément aux intentions du testateur.

Ce résultat étant obtenu depuis 1877, l'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs,* aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique.*

### PRIX L. LACAZE.

Voir page 1171.

## GÉOLOGIE.

### PRIX VAILLANT.

Question proposée pour l'année 1884.

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs,* destinée à fonder un prix qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je » n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant » toujours pensé laisser une grande société comme l'Académie des Sciences » appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les fonds » mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle propose, pour sujet de celui qu'elle décernera, s'il y a lieu, en 1884, la question suivante :

« *Nouvelles recherches sur les fossiles, faites dans une région qui, depuis un* » *quart de siècle, n'a été que peu explorée, sous le rapport paléontologique.* »

Depuis quelques années, des recherches très importantes ont été faites sur la faune fossile de la France, de l'Angleterre, des États-Unis d'Amérique, de la Nouvelle-Zélande et de plusieurs autres pays, mais il y a diverses régions qui, depuis fort longtemps, n'ont pas été explorées avec tout le soin désirable par les paléontologistes, par exemple le Brésil et le Mexique, où cependant les études scientifiques ont pris récemment un développement considérable, et l'Académie pense qu'il serait utile d'appeler l'attention sur les dépôts fossilifères de ces contrées.

Les travaux, manuscrits ou imprimés en français, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1884.

### PRIX DELESSE.

Mme Veuve Delesse, par acte notarié en date du 28 février 1883, a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs,* destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans,* s'il y a lieu, à

l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

L'Académie, ayant été autorisée à accepter cette donation par Décret du 15 mai 1883, a fixé la valeur du prix Delesse à *quatorze cents francs*. Il sera décerné, pour la première fois, dans la séance publique de l'année 1885.

## BOTANIQUE.

### PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte pré-
» cieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans
» la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

### PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs*, devant être converti en rentes *trois pour cent*, et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur
» ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur
» tout ou partie de la Cryptogamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

Le prix est une médaille de la valeur de *seize cents francs*.

### PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs* qui devra

être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous* » *les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France,* » c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes,* » *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix consiste en une médaille de la valeur de *neuf cents francs*; l'Académie le décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1886, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

## PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), » ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 1178.)

## PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique*.

« Ces prix, dit le testateur, seront ou pourront être, l'un de *mille francs*, l'autre de *cinq cents francs*. »

Un décret en date du 21 juillet 1866 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. En conséquence, l'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1885, les prix Montagne aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^er^ juin; les concurrents devront être Français ou naturalisés Français.

## AGRICULTURE.

### PRIX MOROGUES.

M. le baron B. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs,* placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans,* alternativement, par l'Académie des Sciences, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France,* et par l'Académie des Sciences morales et politiques, au *meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier.*

L'Académie des Sciences décernera le prix Morogues en 1893. Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français,* devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

## ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

### PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir
» de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je
» lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoolo-
» gie, *vingt mille francs,* au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savi-
» gny, ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France,
» pour l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider
» les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du

» Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix consiste en une médaille de *neuf cent soixante-quinze francs.*

## PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs,* pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe. »

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 1176.)

## GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

Concours prorogé de 1876 à 1878, puis à 1880, à 1882 et enfin à 1884.

La question proposée est la suivante :

« *Etude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.* »

Dans cette étude, il faudra tenir compte des profondeurs, de la nature des fonds, de la direction des courants et des autres circonstances qui paraissent devoir influer sur le mode de répartition des espèces marines. Il serait intéressant de comparer sous ce rapport la faune des côtes de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée, en avançant le plus loin possible en pleine mer; mais l'Académie n'exclurait pas du Concours un travail approfondi qui n'aurait pour objet que l'une de ces trois régions.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1884.

## GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1885.

*Étude de la structure intime des organes tactiles dans l'un des principaux groupes naturels d'animaux invertébrés.*

Les concurrents devront faire connaître la conformation extérieure de ces organes, leur mode de fonctionnement et la structure interne de la partie terminale de leurs nerfs.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les travaux, manuscrits ou imprimés, destinés à ce Concours devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1885.

## PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1885.

*Étude comparative des animaux d'eau douce de l'Afrique, de l'Asie méridionale, de l'Australie et des îles du grand Océan.*

Les concurrents devront examiner aussi très attentivement les relations zoologiques qui peuvent exister entre ces animaux et les espèces marines plus ou moins voisines.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les travaux, manuscrits ou imprimés, destinés à concourir devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1885.

## PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament en date du 12 mars 1852, M. le commandeur J. da Gama Machado a légué à l'Académie des Sciences une somme de *vingt mille francs,* réduite à *dix mille francs,* pour la fondation d'un prix qui doit porter son nom.

Un Décret du 19 juillet 1878 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie, conformément aux intentions exprimées par le testateur, décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix consistera en une médaille de *douze cents francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1885.

---

## MÉDECINE ET CHIRURGIE.

### PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

## PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau [1] ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas;* »

Ou « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie;* »

---

[1] Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état » actuel de la science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com- » position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magnétiques » ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répandus en » nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des causes de cette » cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, à re- » connaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aperçoit dans » l'eau en se servant des instruments microscopiques que la science met à la disposition de » ceux qui se livrent à cette étude

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai expliqué » plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que » l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait avancer la » science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, soit en don- » nant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, soit en trou- » vant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui jusqu'à présent ont » échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou une des causes de la » maladie. »

Ou enfin « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole.* »

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

## PRIX GODARD.

Par un testament, en date du 4 septembre 1862, M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent,* pour fonder un prix qui, *chaque année,* sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une » année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année sui- » vante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard, représenté par une médaille de *mille francs,* sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

## PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs,* pour l'institution d'un *prix triennal* « *sur* » *l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et* » *à la Médecine* ».

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs,* dans sa séance publique de l'année 1884, au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1884.

## PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix sur le meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique. »

Un Décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa séance publique de l'année 1887, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

## PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix* de *deux mille cinq cents francs*, à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Un Décret du 27 novembre 1874 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle annonce qu'elle décernera le prix Dusgate, pour la seconde fois, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1885.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin.

## PRIX LALLEMAND.

Par un testament en date du 2 novembre 1852, M. C.-F. Lallemand, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cinquante mille francs* dont les intérêts annuels doivent être employés, en son nom, à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Un Décret en date du 26 avril 1855 a autorisé l'Académie à accepter ce legs, dont elle n'a pu bénéficier qu'en 1880; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera *annuellement* le prix Lallemand, dont la valeur est fixée à *dix-huit cents francs*.

Les travaux destinés au Concours devront être envoyés au Secrétariat avant le 1er juin.

## PHYSIOLOGIE.

### PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

M. de Montyon, par deux donations successives, ayant offert à l'Académie des Sciences la somme nécessaire à la fondation d'un prix annuel de Physiologie expérimentale, et le Gouvernement l'ayant autorisée à accepter ces donations, elle annonce qu'elle adjugera annuellement une médaille de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

### PRIX L. LACAZE.

Voir page 1171.

## GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

### PRIX GAY.

Par un testament en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

En conséquence, l'Académie propose pour sujet du prix qu'elle décernera, s'il y a lieu, en 1884, le programme dont l'énoncé suit:

« *Montrer par des faits précis comment les caractères topographiques du* » *relief du sol sont une conséquence de sa constitution géologique, ainsi que* » *des actions qu'il a subies. Directions que l'on peut discerner dans les traits* » *généraux du modelé. Prendre de préférence les exemples en France.* »

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1[er] juin 1884.

## PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1885.)

« Mesure de l'intensité de la pesanteur par le pendule.

» Exposé critique des méthodes et des appareils oscillants employés » pour la mesure de l'intensité absolue ou relative de la pesanteur.

» Avantages et imperfections du pendule à réversion. Peut-on le mettre » à l'abri des causes d'erreurs qu'il comporte? »

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1[er] juin 1885.

---

# PRIX GÉNÉRAUX.

---

## PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au Concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

## PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *Cuvier*, et serait décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, le Gouvernement a autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le *prix Cuvier* dans sa séance publique de l'année 1885, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du Concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1881 jusqu'au 31 décembre 1884.

Le prix Cuvier consiste en une médaille de la valeur de *quinze cents francs.*

## PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs,* pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un Décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de l'année 1884, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre

d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

## PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

## PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, M[me] Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs*, pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans* « *au voyageur » français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à » la France ou à la Science* ».

Un Décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans sa séance publique de l'année 1884.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *mille francs*.

Les pièces de Concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1[er] juin.

## PRIX JEAN REYNAUD.

M[me] Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a, par acte en date du 23 décembre 1878, fait donation à l'Institut de

France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi-
» nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du Concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun
» Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera
» délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

Un Décret en date du 25 mars 1879 a autorisé l'Institut à accepter cette généreuse donation. En conséquence, l'Académie des Sciences annonce qu'elle décernera le prix Jean Reynaud, pour la seconde fois, dans sa séance publique de l'année 1886.

## PRIX JÉROME PONTI.

M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérôme Ponti, a fait donation, par acte notarié du 11 janvier 1879, d'une somme de *soixante mille lires* italiennes, dont les intérêts devront être employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les Sciences et aider à leurs progrès ».

Un Décret en date du 15 avril 1879 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter cette donation; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera le prix Jérôme Ponti, *tous les deux ans*, à partir de l'année 1882.

Le prix, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1884.

## PRIX PETIT D'ORMOY.

Par son testament, en date du 24 juin 1875, M. A. Petit d'Ormoy a institué l'Académie des Sciences sa légataire universelle, à charge par elle

d'employer les revenus de sa succession en prix et récompenses attribués suivant les conditions qu'elle jugera convenable d'établir, moitié à des travaux théoriques, moitié à des applications de la Science à la pratique, médicale, mécanique ou industrielle.

Un Décret, en date du 20 février 1883, a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans*, à partir de l'année 1883, un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

## PRIX FONDÉ PAR M^me LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

## CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux Concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des Concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN.**

---

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

---

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

---

## LECTURES.

M. **J. Bertrand** lit les Éloges historiques de MM. **Charles** et **Henri Sainte-Claire Deville,** Membres de l'Académie, par M. *J.-B. Dumas,* Secrétaire perpétuel, et l'Éloge de M. **Victor Puiseux,** Membre de l'Académie.

J. B.

# TABLEAUX
## DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 5 MAI 1884.

## TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

### ANNÉE 1883.

#### GÉOMÉTRIE.

Prix Francoeur. — Le prix est décerné à M. *Emile Barbier* ........................ 1083

#### MÉCANIQUE.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales. Le prix est partagé. La Commission accorde à M. *Taurines* une somme de trois mille francs; à M. *Germain*, une somme de deux mille francs, et à M. *A. de Magnac*, une somme de mille francs... 1083

Prix Poncelet. — Le prix est décerné à M. *G.-H. Halphen* ...................... 1091

Prix Montyon. — Le prix est partagé entre M. *Léon Francq* et M. *L. Renouf* ......... 1091

Prix Plumey. — Le prix est décerné à M. *Jacquemier* ................................ 1094

Prix Fourneyron. — Le prix est décerné à M. *Marcel Deprez* .................... 1095

#### ASTRONOMIE.

Prix Lalande. — La valeur intégrale du prix est accordée à chacun des savants suivants : MM. *Bouquet de la Grye*, *de Bernardières*, *Courcelle-Seneuil*, *Fleuriais*, *Hatt*, *Perrotin*, *Bassot*, *Bigourdan* et *Callandreau* ........ 1096

Prix Valz. — Le prix est décerné à M. *Stephan* .................................. 1097

#### PHYSIQUE.

Prix Lacaze. — Le prix est décerné à M. *Henri Becquerel* ............................. 1098

#### STATISTIQUE.

Prix Montyon. — Le prix est décerné à M. *Ch. Nicolas*. Il est accordé une mention honorable à M. *Arsène Thévenot* ............. 1098

#### CHIMIE.

Prix Jecker. — Le prix est décerné à M. *Etard*. 1102

Prix Lacaze. — Le prix est décerné à M. *L. Cailletet* ............................... 1106

#### GÉOLOGIE.

Grand prix des Sciences physiques. — Description géologique d'une région de la France ou de l'Algérie. Le prix est décerné à M. *Fontannes*. Un deuxième prix de deux mille francs est accordé à M. *Peron*.. 1109

#### BOTANIQUE.

Prix Barbier. — Le prix est décerné à M. *Joannès Chatin* ...................... 1113

Prix Desmazières. — Le prix est décerné à MM. *Bonnier* et *Mangin*. La Commission accorde à M. *Klein* un encouragement de la valeur de cinq cents francs ........... 1116

Prix de la Fons-Mélicocq. — Le prix n'est pas décerné. Il est accordé un encouragement de cinq cents francs à M. *Ch. Magnier* ................................... 1118

Prix Bordin. — Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs, etc. Le prix est décerné à M. *Costantin*. La Commission accorde à l'auteur de l'Ouvrage inscrit sous le nº 1 un encouragement de la valeur de mille francs.... ...................... 1119

#### AGRICULTURE.

Prix Morogues. — Le prix est décerné à M. *Duclaux* ........................... 1122

## PRIX PROPOSÉS

### *pour les années* 1884, 1885, 1886, 1887 *et* 1893.

# TABLEAU PAR ANNÉE

## DES PRIX PROPOSÉS POUR 1884, 1885, 1886, 1887 ET 1893.

## 1884

PRIX BORDIN. — Étude générale du problème des déblais et remblais de Monge.

PRIX FRANCOEUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX VALZ. — Astronomie.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Perfectionner en quelque point important la théorie de l'application de l'électricité à la transmission du travail.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX VAILLANT. — Nouvelles recherches sur les fossiles, faites dans une région qui, depuis un quart de siècle, n'a été que peu explorée sous le rapport paléontologique.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe, et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX SERRES. — Sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX GAY. — Montrer par des faits précis comment les caractères topographiques du relief du sol sont une conséquence de sa constitution géologique, ainsi que des actions qu'il a subies. Directions que l'on peut discerner dans les traits généraux du modelé. Prendre de préférence les exemples en France.

PRIX MONTYON. — Arts insalubres.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

PRIX GEGNER. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU. — Destiné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

PRIX JÉRÔME PONTI. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

PRIX LAPLACE. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

## 1885

PRIX DALMONT. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses Sections.

PRIX FOURNEYRON. — Étude théorique et pratique sur les accumulateurs hydrauliques et leurs applications.

PRIX DAMOISEAU. — Revoir la théorie des satellites de Jupiter.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.

PRIX BORDIN. — Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.

PRIX L. LACAZE. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physique, sur la Chimie et sur la Physiologie.

PRIX DELESSE. — Décerné à l'auteur d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, les Sciences minéralogiques.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude de la structure intime des organes tactiles dans l'un des principaux groupes naturels d'animaux invertébrés.

PRIX BORDIN. — Étude comparative des animaux d'eau douce de l'Afrique, de l'Asie méridionale, de l'Australie et des îles du grand Océan.

PRIX DA GAMA MACHADO. — Sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

PRIX DUSGATE. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort, et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX GAY. — Mesure de l'intensité de la pesanteur par le pendule.

PRIX CUVIER. — Destiné à l'ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

PRIX PETIT D'ORMOY. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

## 1886

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

PRIX JEAN REYNAUD. — Décerné au travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

## 1887

PRIX CHAUSSIER. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

## 1893.

PRIX MOROGUES. — Décerné à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 21 avril 1884.

*Le climat actuel de Montpellier comparé aux observations du siècle dernier; par* M. Ed. Roche. Montpellier, typogr. Boehm, 1882; in-4° relié. (Présenté par M. Faye.)

*Mémoires de Mathématiques et d'Astronomie, publiés par* Ed. Roche. Montpellier, 1844-1882; 1 vol. in-4° relié. (Présenté par M. Faye.)

*Souvenirs d'une campagne dans le Levant. L'Egypte en* 1882; *par* M. B. Girard. Paris, Berger-Levrault, 1884; in-8°.

*Etudes comparatives de tactique navale; par* M. Et. Farret. Paris, Berger-Levrault, 1883; in-8°.

*Annuaire de la Marine et des Colonies*, 1884. Paris, Berger-Levrault, 1884; in-8°.

*Essai d'une théorie générale supérieure de Philosophie naturelle et de Thermochimie; par* E. Delaurier; 4e fascicule. Paris, Bernard Tignol, 1884; in-8°.

*Les machines dynamo-électriques; par le prof.* Sylvanus P. Thompson. Traduction par E. Boistel. Paris, Félix Alcan, 1884; in-8°.

*Essai d'un règlement sur l'organisation et le fonctionnement du service des arbitres pendant les manœuvres d'automne d'un corps d'armée, proposé par* E. Koszarski. Paris, L. Baudoin et Cie, 1884; in-12.

*Flora Batava. Figures et descriptions de plantes néerlandaises*, liv. 259 à 264. Leyde, de Breuk et Smits, 6 liv. in-4°.

*The Story of the University of Edinburgh during its first three hundred years; by sir* Alexander Grant. London, Longmans, Green et C°, 1884; 2 vol. in-8° relié. (Deux exemplaires.)

*Topographische en geologische beschrijving van een gedeelte van Sumatra's Westkust, door R.-D.-M.* Verbeek. Batavia, Landsprukkerij, 1883; in-8°.

### Ouvrages reçus dans la séance du 28 avril 1884.

*Ministère de l'Agriculture. Direction de l'Agriculture. Compte rendu des travaux du service du Phylloxera;* année 1883. Paris, Imp. nationale, 1884; in-8°.

*Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Classe des Sciences;* t. XXVI. Paris, J.-B. Baillière, Lyon, Ch. Palud, 1883-1884; in-8°.

*Rapport sur la situation de la pisciculture à l'étranger d'après les documents recueillis à l'exposition internationale de produits et d'engins de pêche de Berlin en* 1880; *par* M. C. RAVERET-WATTEL. Paris, au siège de la Société d'acclimatation de France, 1884; in-8°.

*De l'extérieur du cheval; par* MM. A. GOUBAUX et G. BARRIER; III^e^ Partie. Paris, Asselin et C^ie^, 1884; in-8°.

*Note sur le parc national de Yellowstone, aux Etats-Unis; par* M. CH. JOLY. Paris, Rougier et C^ie^, 1884; br. in-8°.

*Calendrier historial réformé; par* CH.-L. FROSSARD. Paris, Ch. Maréchal et Montorier, 1884; br. in-8°.

*Théorie des mouvements diurne, annuel et séculaire de l'axe du monde; par* F. FOLIE. Bruxelles, F. Hayez, 1884; in-4°.

*Des méthodes d'approximation pour les équations différentielles, lorsqu'on connaît une première valeur approchée. Mémoire inédit de* J.-A.-N. CARITAT marquis DE CONDORCET, *publié avec une Notice sur sa vie et ses écrits mathématiques; par* M. C. HENRY. Rome, 1884; in-4°. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

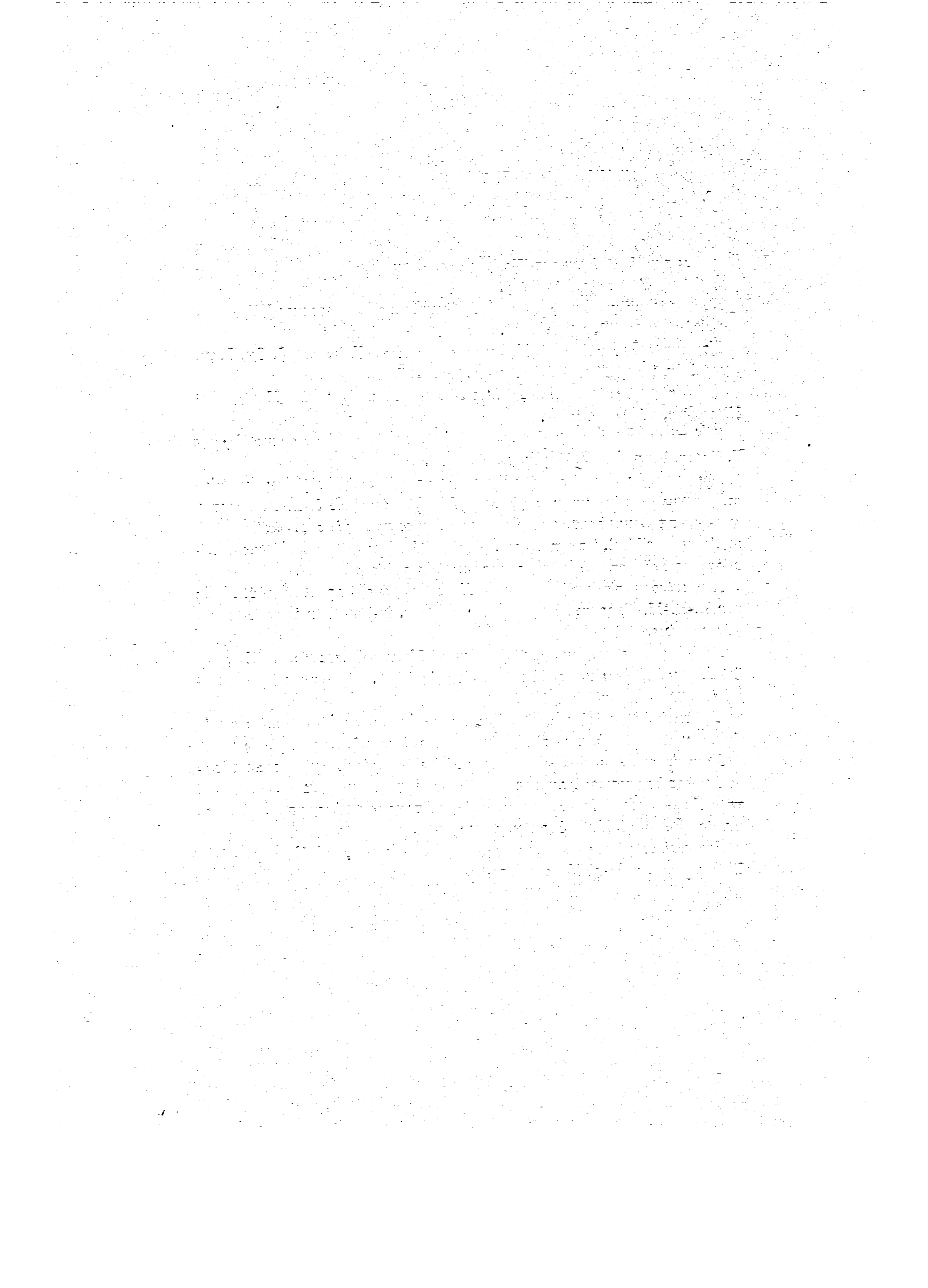
*Rapport sommaire sur l'éruption du Krakatau, les* 26, 27 *et* 28 *août* 1883; *par* R.-D.-M. VERBEEK. Buitenzorg, 1884; br. in-8°. (Extrait des *Archives néerlandaises.*)

*Acta mathematica, journal rédigé par* G. MITTAG-LEFFLER; t. III, n° 4. Stockholm, Beijer; Paris, Hermann, 1884; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

*California state mining bureau. Third annual report of the state mineralogist for the year ending june* 1, 1883. Sacramento, James J. Ayers, 1883; in-8°.

*Narrative of the portuguese Embassy to Abyssinia during the years* 1520-1527; *by* FATHER FRANSCISCO ALVAREZ. Translated from the portuguese, and edited with Notes and an Introduction, by lord STANLEY OF ALDERLEY. London, printed for the Hakluyt Society, 1881; in-8° relié.

*Proceedings of the Birmingham philosophical Society;* vol. III, part. I. II Birmingham, 1881-1883; 2 vol. in-8°.



// COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 12 MAI 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Adolphe Wurtz*, Membre de la Section de Chimie, décédé le 12 mai 1884. Les obsèques doivent avoir lieu le 15 mai.

M. le Président, après s'être fait l'interprète des regrets des Membres de l'Académie, propose de lever immédiatement la séance.

### DISCOURS PRONONCÉS AUX FUNÉRAILLES DE M. WURTZ.

#### Discours de M. Friedel,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« Messieurs,

» Ce n'est pas sous le coup d'une profonde douleur, et devant cette tombe encore ouverte qui renferme la dépouille du meilleur des maîtres, qu'il m'est possible d'apprécier dignement les travaux de M. Wurtz et l'influence puissante qu'il a exercée sur la Science. En un pareil moment,

le savant disparaît en quelque sorte derrière l'homme, et ce qui parle le plus haut, ce sont les souvenirs du cœur.

» C'est le maître et l'ami qui se dresse devant nous, tel qu'il était il y a quelques jours à peine, avant d'avoir été foudroyé en pleine vigueur, et lorsque nous comptions nous appuyer longtemps encore sur l'élévation de ses sentiments, sur la droiture de son caractère, sur l'étendue et la pénétration de son intelligence.

» Il nous semble entendre sa parole chaude et éloquente, toute pénétrée de l'amour de la Science et qui savait si bien en communiquer la flamme à ses auditeurs.

» Nous le voyons dans son laboratoire, accueillant avec une bienveillance infatigable le plus humble de ses élèves, s'intéressant à ses travaux, à ses idées, ne dédaignant pas de discuter avec lui comme avec un égal, travaillant lui-même pour ainsi dire à découvert et de manière à faire profiter de son travail ceux qui l'entouraient, semant les idées à pleine main, aussi heureux et fier d'une découverte faite par l'un de ses élèves qu'il était modeste pour les siennes propres.

» Avec lui, la Science la plus élevée se faisait accessible et aimable ; le travail, qui lui avait toujours été facile, semblait le devenir pour les autres, et le devenait en réalité par la part qu'il y prenait.

» Ouvert à toutes les idées neuves, à toutes les hardiesses scientifiques, à condition qu'elles reçussent le contrôle de l'expérience, il avait ce qu'il faut pour faire progresser la Science et pour la faire marcher sur un terrain solide.

» Tel il a été pour les nombreux chimistes français et étrangers qu'il a accueillis, pendant trente-quatre ans, dans son laboratoire, dont plusieurs sont devenus des maîtres à leur tour, et qui tous diraient que les jours qu'ils ont passés dans un commerce quotidien avec lui comptent parmi les plus beaux et les plus féconds de leur vie.

» Pour exercer cette influence qui a été si profonde et qui s'est étendue si loin, il fallait à M. Wurtz, outre les qualités du cœur et de l'esprit dont je viens de donner une idée bien imparfaite, une haute situation scientifique.

» Il l'avait conquise rapidement par les mémorables découvertes qui ont marqué les étapes de sa carrière.

» Celle des ammoniaques composées l'avait placé dès l'abord au premier rang et avait contribué, autant que le travail de M. Williamson sur les éthers mixtes, à la naissance de la théorie des types de son compatriote et contemporain Gerhardt.

» Peu après, il découvrit les radicaux alcooliques mixtes et imagina pour cela une réaction qui, après lui avoir servi à faire les premières synthèses régulières d'hydrocarbures, a été employée depuis pour obtenir de nombreux carbures aromatiques et fonder sur une base expérimentale la théorie de ces composés.

» La découverte des glycols et de l'oxyde d'éthylène, en précisant et fixant la notion d'alcools polyatomiques, étendit la théorie des types et prépara l'évolution qui a transformé celle-ci, en en montrant la raison d'être dans la propriété des atomes qu'on appelle leur *atomicité* ou leur *valence*.

» Elle fut suivie, entre autres conséquences, de la synthèse de bases oxygénées, parmi lesquelles la choline ou névrine est particulièrement intéressante à cause de son existence dans l'organisme animal.

» La féconde controverse soutenue contre M. Kolbe, à la fois sur le terrain de la théorie et sur celui de l'expérience, au sujet de la constitution de l'acide lactique, jeta la lumière sur les conceptions jusque-là confondues d'atomicité et de basicité, et fit voir qu'un même corps peut être à la fois acide et alcool.

» L'étude de la combinaison de l'acide iodhydrique avec l'amylène le conduisit à la découverte de l'hydrate d'amylène, isomère de l'alcool amylique et type d'une classe nouvelle de corps, le premier de ceux qui ont reçu plus tard le nom d'*alcools tertiaires*, et l'on sait quelle importance a eue pour l'établissement de la théorie atomique la comparaison des composés isomériques.

» Ainsi nous trouvons les travaux de M. Wurtz mêlés à tous les progrès qui ont été faits en Chimie organique depuis quarante ans.

» Son activité ne s'était pas ralentie avec les années. Il avait découvert une transformation que subit l'aldéhyde sous l'influence de certaines actions lentes, qui la convertissent en un polymère ayant à la fois les fonctions d'alcool et d'aldéhyde, l'*aldol*. Il continuait encore dans ces derniers temps à poursuivre, avec sa patience et sa sagacité habituelles, les modifications que ce corps peut subir, trouvant dans sa formation et ses métamorphoses l'explication de bien des synthèses de la nature.

» Il y a peu de semaines, il résumait ce travail dans une conférence dans laquelle il s'est montré ce qu'il avait toujours été dans son enseignement : la vivacité de sa parole, la clarté de son exposition émerveillaient et captivaient ses auditeurs.

» Et toujours il instituait des expériences nouvelles sur le même sujet,

n'étant jamais satisfait tant qu'il restait quelque obscurité dans son esprit. Son éloquence et son ardeur à défendre ce qu'il considérait comme la vérité n'avaient d'égales que la rigueur de sa méthode et l'exactitude scrupuleuse de ses expériences. Il a eu la fortune, aussi rare que bien méritée, de ne voir, au milieu de tant de recherches diverses, aucun de ses résultats expérimentaux contestés.

» M. Wurtz portait avec aisance, grâce à son activité infatigable et à l'élasticité de son esprit, ce labeur incessant auquel venaient se joindre la fatigue d'un professorat ininterrompu de trente-cinq ans, la publication de nombreux Ouvrages de Chimie, la direction active de son Dictionnaire, et qu'avaient accru encore le décanat de la Faculté de Médecine et plus tard la dignité sénatoriale, acceptés l'un et l'autre avec l'espoir de faire profiter la Science de l'influence ainsi acquise.

» L'Académie a eu, elle aussi, une large part dans ses préoccupations, et rarement il se passait une semaine sans qu'elle entendît sa voix, soit qu'il lui exposât quelqu'un de ses travaux, soit qu'il présentât les recherches de ses élèves, soit qu'il prît part à l'une de ces discussions dans lesquelles il déployait toute sa verve, inébranlable dans ce qu'il regardait comme vrai et tenant tête à tous, même à son maître M. Dumas.

» Le suprême honneur qu'il avait ambitionné, c'était d'être désigné par notre Compagnie pour remplacer à sa tête l'illustre Secrétaire perpétuel qu'elle vient de perdre. Il se proposait de consacrer une grande partie de son temps à cette tâche importante et de renoncer pour cela à plusieurs de ses occupations habituelles. Son espoir et le nôtre ont été cruellement déçus !

» M. Wurtz trouvait encore le moyen de s'occuper activement de nombreuses œuvres de bienfaisance et d'intérêt général, ne se tenant pas quitte envers la Patrie par ses seuls travaux scientifiques, et faisant voir, dans la part prépondérante qu'il a prise à la création de l'Association française pour l'avancement des Sciences, ce que peut l'initiative d'un homme éminent enflammé de l'amour du bien public.

» C'est au milieu de ces travaux, au moment où il venait de rendre hommage à la mémoire de M. Dumas, qu'il a été saisi et terrassé par la maladie. S'il avait su ménager ses efforts, ne se donner qu'à moitié à sa tâche, ou réduire celle-ci à la juste mesure de ses forces, peut-être nous aurait-il été conservé longtemps encore. Notre cœur saigne à cette pensée ! Et pourtant n'a-t-il pas mieux valu pour lui tomber tout entier et sans avoir senti aucune diminution de sa force et de son intelligence? Il a eu la

vie la plus brillante et la plus heureuse, heureuse par ses succès et par le bien qu'il avait fait, heureuse par sa famille et par la reconnaissance dévouée et l'affection de ses élèves. Et si, peut-être, dans sa courte maladie, entrevoyant la possibilité d'une issue fatale, il a donné quelques regrets à tant de biens et pensé avec douleur aux siens qu'il allait quitter, il a trouvé auprès de Dieu la force d'accepter la séparation, avec l'assurance de voir bientôt dans sa splendeur ce qu'il avait recherché toute sa vie : la Vérité.

» Adieu, mon maître bien-aimé! Au revoir! »

## Discours de M. Bouquet de la Grye,

### au nom de l'Association française pour l'avancement des sciences.

« Messieurs,

» Au moment où la tombe se referme une fois encore sur une de nos gloires nationales, je viens rappeler la grandeur de la perte que fait l'Association française pour l'avancement des Sciences et dire combien doit rester cher pour nous le souvenir de l'un de ses premiers fondateurs.

» L'Institut, l'Académie de Médecine vous ont peint le savant, en parlant de ces travaux qui lui ont valu une réputation dépassant de beaucoup les limites de notre pays; on a dit quelle avait été son influence sur le développement de la Chimie depuis trente années, on a énuméré ses créations originales, ses vues profondes sur la constitution intime de la matière; je vais essayer de montrer que chez M. Wurtz toute cette science était accompagnée d'un patriotisme ardent, d'une foi sincère, et que ce Français par excellence, séparé de son pays natal par une nouvelle frontière, n'était point de ceux que fait faiblir la fortune adverse, de ceux qu'abat le malheur.

» M. Wurtz, après nos désastres, envisagea, non pas froidement, mais résolûment les nouveaux périls qui menaçaient la France, et il s'unit à ceux qui cherchaient à élever le cœur et le caractère de tous à la hauteur du sien.

» Pour lui la France, si rudement frappée, devait poursuivre son relèvement à l'aide de la Science, et il la concevait assez vaste pour fournir le cadre et les éléments des idées philosophiques et morales les plus élevées.

» La centralisation parisienne avait étouffé bien des initiatives, la vie

scientifique se mourait dans les académies de province; il fallait rallumer ces foyers presque éteints, leur donner un éclat nouveau par un souffle venant de tous les points de notre pays et préconiser partout les travaux de longue haleine, les plus rudes, les plus pénibles, car ce sont ceux-là seuls qui préparent et rendent possible les éclairs du génie.

» Ces idées étaient celles que notre cher et illustre mort aimait à développer; aussi, lorsque, dans son laboratoire, un de ses élèves les plus savants, aussi modeste d'ailleurs que dévoué, lui suggéra l'idée de fonder une association rayonnant successivement sur toutes les régions du territoire, M. Wurtz l'accueillit avec enthousiasme et fut le premier adepte et le premier apôtre de l'œuvre naissante.

» Bientôt il avait convaincu et réuni les Combes, Delaunay, Broca, Dumas, Claude Bernard, pour ne citer que les noms de ceux que nous avons perdus et qui nous semblent, telle est la grandeur de leurs œuvres, avoir créé presque toute la science contemporaine.

» Des délibérations d'un premier comité sortit vite une organisation complète dont le temps a montré la valeur, car la nouvelle association s'est élevée, grâce à elle, à une prospérité plus grande que les plus ambitieux des fondateurs n'osaient l'espérer.

» Aussi, messieurs, quelle sagesse et quels enseignements dans l'allocution prononcée par M. Wurtz à la séance d'inauguration! La Science, dit-il, n'est pas seulement un des leviers de la civilisation; non seulement elle rectifie notre jugement, agrandit nos idées sur les forces qui gouvernent la matière, mais surtout, et il revient constamment sur cette pensée, elle fortifie les esprits, et c'est par surcroît qu'elle donne à la Société les découvertes les plus utiles.

» Les idées, ajoute-t-il plus loin, ont une puissance créatrice; ce sont des semences qui, dans des réunions, trouvent toujours des esprits préparés à les recevoir.

» Venez à nous sans autre préoccupation que l'amour de la Science et du Pays; notre Association n'est point une œuvre de parti, nous ne faisons concurrence à personne, mais nous avons l'ambition de porter notre force, notre activité où personne ne songe à aller : nous voulons défricher, utiliser les landes intellectuelles délaissées de tous.

» Messieurs, si la justesse des vues des fondateurs de l'œuvre fut grande, on ne peut aussi qu'admirer leur activité; les discours d'inauguration sont souvent de véritables traités, et, parmi tous, celui prononcé à Lille reste comme l'un des plus nourris, des plus serrés et des plus éloquents.

» M. Wurtz y abordait en maître la constitution intime de la matière, le rôle des atomes, et, plongeant ses vues au delà de leurs mystérieuses agrégations, il y trouvait la même croyance qu'avaient confessée les Dumas et les Le Verrier.

» N'est-ce pas cette même confiance dans un principe supérieur qui donnait à M. Wurtz cette sérénité de caractère, ce calme vis-à-vis des souffrances que l'on ignorait presque jusqu'à ces derniers jours?

» N'était-ce point un rayon divin que cette bonté pour tous, son dévouement si souvent mis à l'épreuve?

» C'est cette foi qui peut seule apporter quelque consolation à une famille dont l'union pouvait être citée comme un modèle, et qui est frappée comme d'un coup de foudre.

» C'est elle enfin qui nous fait dire à notre ancien président et vénéré fondateur, à l'illustre Wurtz : Au revoir! »

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.


### SÉANCE DU LUNDI 19 MAI 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture des télégrammes adressés à l'Académie par la Société chimique de Saint-Pétersbourg et par l'Académie des Lincei.

« Saint-Pétersbourg, 16 mai.

» Les chimistes russes présents à la séance mensuelle de la Société déplorent la mort de M. Dumas et transmettent à l'Académie l'expression de leur profonde condoléance.

Mendelejeff. »

« Rome, 18 mai.

» L'Académie des Lincei exprime ses vifs regrets de la perte de son éminent membre étranger Wurtz.

Brioschi. »

### MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur un théorème de* M. A. Lindstedt, *concernant le problème des trois corps;* par M. **F. Tisserand**.

« Dans un Travail récent, présenté à l'Académie, et qui a paru avec plus de détails dans les *Annales de l'École Normale* (3e série, t. I, p. 85), M. Lindstedt est arrivé à un théorème nouveau et important; il a pris pour

point de départ le Mémoire célèbre de Lagrange [*Essai sur le problème des trois corps* (*Œuvres de Lagrange*, t. VI)]. En raison de l'importance du sujet, j'ai pensé qu'une autre démonstration du théorème de M. Lindstedt pourrait présenter quelque intérêt; celle à laquelle je suis arrivé trouve sa base dans le travail bien connu de Jacobi [*Sur l'élimination des nœuds dans le problème des trois corps* (*Journal de Liouville*, t. IX)]. J'ai eu recours aussi à un Mémoire important ($a$) de M. Radau [*Sur une transformation des équations différentielles de la Dynamique* (*Annales de l'École Normale*, 1re série, t. V)].

» Je vais donner ici un aperçu de la méthode que j'ai suivie, réservant les détails pour un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Annales de l'Observatoire*.

» Soient

S, M et M' les trois points matériels, de masses $1$, $m$ et $m'$;

G le centre de gravité de S et M;

$SM = r$, $GM' = r'$, $\mu$ et $\mu'$ deux constantes ayant pour expressions

$$\mu = \frac{m}{1+m}, \quad \mu' = m'\frac{1+m}{1+m+m'}.$$

» Par un point fixe O, je mène trois axes rectangulaires fixes, le plan des $xy$ étant parallèle au plan invariable du système; soient ON égal et parallèle à $r$, ON' égal et parallèle à $r'$; $xyz$, $x'y'z'$ les coordonnées des points N et N'; ces coordonnées doivent être déterminées par les équations différentielles suivantes :

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} \mu\frac{d^2x}{dt^2} &= \frac{\partial U}{\partial x}, & \mu'\frac{d^2x'}{dt^2} &= \frac{\partial U}{\partial x'},\\ \mu\frac{d^2y}{dt^2} &= \frac{\partial U}{\partial y}, & \mu'\frac{d^2y'}{dt^2} &= \frac{\partial U}{\partial y'},\\ \mu\frac{d^2z}{dt^2} &= \frac{\partial U}{\partial z}, & \mu'\frac{d^2z'}{dt^2} &= \frac{\partial U}{\partial z'}.\end{aligned}\right.$$

U est une fonction de $x, \ldots, z'$ définie par les équations suivantes, où l'on a posé $R = r = MS$, $R' = M'S$, $\Delta = MM'$, $V =$ angle NON' :

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} R'^2 &= r'^2 + \frac{2m}{1+m}rr'\cos V + \left(\frac{mr}{1+m}\right)^2,\\ \Delta^2 &= r'^2 - \frac{2}{1+m}rr'\cos V + \left(\frac{r}{1+m}\right)^2,\\ U &= \frac{m}{R} + \frac{m'}{R'} + \frac{mm'}{\Delta}.\end{aligned}\right.$$

» Introduisons la considération des plans des orbites des points N et N′; on sait que le plan de l'orbite de N, à l'époque $t$, est le plan qui contient la droite ON, et la vitesse du point N, au temps $t$.

» Jacobi a montré que la droite OI, suivant laquelle se coupent les plans des orbites, est toujours contenue dans le plan $xOy$.

» Soient

C la constante des aires pour le plan des $xy$;

$\frac{G}{\mu}$ et $\frac{G'}{\mu'}$ les doubles des vitesses aréolaires des rayons vecteurs $r$ et $r'$;

$i$ et $i'$ les inclinaisons des orbites sur le plan invariable;

$I = i + i'$ l'inclinaison mutuelle;

$h$ l'angle $xOI$;

et enfin $\varphi$ et $\varphi'$ les angles ION, ION′, comptés à partir de OI, dans le sens du mouvement.

» On a les équations suivantes :

$$(3)\quad \left\{\begin{array}{ll} \cos I = \dfrac{C^2 - G^2 - G'^2}{2GG'}, & \\ C\cos i = G + G'\cos I, & C\cos i' = G' + G\cos I, \\ C\sin i = G'\sin I, & C\sin i' = G\sin I, \\ \cos V = -\cos\varphi\cos\varphi' - \sin\varphi\sin\varphi'\cos I. & \end{array}\right.$$

On voit que U est maintenant une fonction de $r$, $r'$, $\varphi$, $\varphi'$, G et G′.

» En posant

$$(4)\quad \left\{\begin{array}{l} \rho_1 = \mu\dfrac{dr}{dt}, \quad \rho'_1 = \mu'\dfrac{dr'}{dt}, \\ U_1 = -U + \dfrac{\rho_1^2}{2\mu} + \dfrac{\rho_1'^2}{2\mu'} + \dfrac{G^2}{2\mu r^2} + \dfrac{G'^2}{2\mu' r'^2}. \end{array}\right.$$

» M. Radau, dans le Mémoire ($a$), est arrivé au système canonique suivant :

$$(5)\quad \left\{\begin{array}{ll} \dfrac{dr}{dt} = \dfrac{\partial U_1}{\partial \rho_1}, & \dfrac{dr'}{dt} = \dfrac{\partial U_1}{\partial \rho'_1}, \\ \dfrac{d\varphi}{dt} = \dfrac{\partial U_1}{\partial G}, & \dfrac{d\varphi'}{dt} = \dfrac{\partial U_1}{\partial G'}, \\ \dfrac{d\rho_1}{dt} = -\dfrac{\partial U_1}{\partial r}, & \dfrac{d\rho'_1}{dt} = -\dfrac{\partial U_1}{\partial r'}, \\ \dfrac{dG}{dt} = -\dfrac{\partial U_1}{\partial \varphi}, & \dfrac{dG'}{dt} = -\dfrac{\partial U_1}{\partial \varphi'}. \end{array}\right.$$

Nous supposerons actuellement, ce qui a lieu dans le système planétaire,

que $m$ et $m'$ soient des nombres petits ; on verra aisément que U se compose de deux parties : la première, $\frac{m}{r} + \frac{m'}{r'}$, est du premier ordre ; l'autre, W, du second ; ainsi

$$(6) \quad \begin{cases} U = \frac{m}{r} + \frac{m'}{r'} + W, \\ W = m'\left(\frac{1}{R'} - \frac{1}{r'}\right) + \frac{mm'}{\Delta}. \end{cases}$$

» Soit $U_1^0$ ce que devient l'expression (4) de $U_1$, quand on y remplace U par $\frac{m}{r} + \frac{m'}{r'}$ ; on pourra alors intégrer les équations (1), en y remplaçant $U_1$ par $U_1^0$ ; on trouvera ainsi deux mouvements elliptiques ; en faisant varier les éléments de ces deux mouvements, on cherchera à intégrer les équations (5). Soient, pour ces deux mouvements,

$a$ et $a'$ les demi-grands axes ;
$e$ et $e'$ les excentricités ;
$l$ et $l'$ les anomalies moyennes ;
$g$ et $g'$ les distances angulaires des périhélies, au nœud commun I.

» En posant, en outre,

$$(7) \quad \begin{cases} k^2 = \frac{m}{\mu} = 1 + m, & k'^2 = \frac{m'}{\mu'} = \frac{1 + m + m'}{1 + m}, \\ L = \mu k \sqrt{a}, & L' = \mu' k' \sqrt{a'}, \\ G = \mu k \sqrt{a(1 - e^2)}, & G' = \mu' k' \sqrt{a'(1 - e'^2)}, \\ R = W + \frac{1}{2}\left(\frac{\mu^3 k^4}{L^2} + \frac{\mu'^3 k'^4}{L'^2}\right), \end{cases}$$

je trouve que les nouvelles variables seront déterminées par les huit équations canoniques suivantes :

$$(8) \quad \begin{cases} \frac{dL}{dt} = \frac{\partial R}{\partial l}, & \frac{dL'}{dt} = \frac{\partial R}{\partial l'}, \\ \frac{dG}{dt} = \frac{\partial R}{\partial g}, & \frac{dG'}{dt} = \frac{\partial R}{\partial g'}, \\ \frac{dl}{dt} = \frac{\partial R}{\partial L}, & \frac{dl'}{dt} = \frac{\partial R}{\partial L'}, \\ \frac{dg}{dt} = -\frac{\partial R}{\partial G}, & \frac{dg'}{dt} = \frac{\partial R}{\partial G'}, \end{cases}$$

» La fonction R peut être développée comme il suit :

$$(9) \quad R = -B - \Sigma A \cos(\alpha l + \beta g + \alpha' l' + \beta' g'),$$

où A et B désignent des fonctions de L, G, L′, G′ et $\alpha$, $\beta$, $\alpha'$ et $\beta'$ sont des nombres entiers, positifs ou négatifs.

» Je suis maintenant, pour l'intégration des équations (8), la méthode employée par Delaunay dans sa *Théorie du mouvement de la Lune*, méthode que j'ai généralisée autrefois, dans un Mémoire (*b*) (*Journal de Liouville*, 2<sup>e</sup> série, t. XIII, p. 290-303).

» Considérant le terme B non périodique, et un seul terme périodique de l'expression (9) de R, c'est-à-dire

$$R_0 = -B - A\cos(\alpha l + \beta g + \alpha' l' + \beta' g'),$$

je montre qu'on peut intégrer rigoureusement les équations (8), en y remplaçant R par $R_0$. Soient $L_1$, $G_1$, $l_1$, $g_1$, $L'_1$, $G'_1$, $l'_1$, $g'_1$ les constantes (convenablement choisies), introduites par l'intégration; je fais varier ces constantes, pour intégrer les équations (8), où R est remplacé par son expression complète (9).

» Je renvoie au Mémoire (*b*) pour le détail des opérations, qui ne saurait trouver place ici; il arrive que les nouvelles variables $L_1, \ldots, g'_1$ dépendent d'un système d'équations différentielles canoniques, entièrement semblable au système (8); la fonction R est alors remplacée par une autre fonction $R_1$, qui ne diffère de R que par la partie non périodique, et ne contient plus le terme périodique considéré plus haut.

» On peut continuer ainsi à épuiser tous les termes périodiques sensibles, et, après *n* opérations, on trouvera

$$\frac{dL_n}{dt} = \frac{\partial R_n}{\partial L_n} = 0;$$

donc $L_n$, $G_n$, $L_n$, $G'_n$ seront constants; on aura ensuite

$$\frac{dl_n}{dt} = -\frac{\partial R_n}{\partial L_n};$$

donc $\frac{dl_n}{dt}$ sera constant, et l'on aura

$$\begin{aligned} l_n &= \mathrm{a} + \mathrm{a}_1 t = \sigma, \\ g_n &= \mathrm{b} + \mathrm{b}_1 t = \tau, \\ l'_n &= \mathrm{a}' + \mathrm{a}'_1 t = \sigma', \\ g'_n &= \mathrm{b}' + \mathrm{b}'_1 t = \tau'; \end{aligned}$$

$\sigma$, $\tau$, $\sigma'$ et $\tau'$ sont donc quatre arguments variant chacun proportionnellement au temps.

» En remontant, on pourra exprimer $L_{n-1}, \ldots, g'_{n-1}, \ldots, L, G, L', G'$, $l, g, l', g'$, et aussi $r, r', v, v', R, R'$ et $\Delta$, à l'aide de ces quatre arguments.

» On arrive ainsi au théorème de M. Lindstedt :

» *Dans le problème des trois corps, les distances mutuelles peuvent être exprimées par des fonctions périodiques de quatre arguments, variant proportionnellement au temps.*

» Il reste à compléter la solution, en déterminant $x, y, z, x', y', z'$; on conclut d'abord des équations (3) que $i$ et $i'$ s'expriment aussi à l'aide des quatre arguments ci-dessus.

» On a ensuite [Mémoire ($a$)] la formule suivante :

$$\frac{dh}{dt} = \frac{mm'}{1+m}\,\frac{C}{GG'}\left(\frac{1}{\Delta^3} - \frac{1}{R'^3}\right) rr' \sin v \sin v';$$

en tenant compte des résultats déjà obtenus, on en tirera

$$h = \upsilon + H,$$

en posant

$$\upsilon = h_0 + h_1 t$$

et désignant par $h_0$ et $h_1$ deux constantes, et par H une fonction périodique des quatre arguments mentionnés; on voit qu'ici il s'en introduit un cinquième, $\upsilon$.

» On aura ensuite

$$\begin{aligned} x &= r(\cos v \cos h - \sin v \sin h \cos i),\\ y &= r(\cos v \sin h + \sin v \cos h \cos i),\\ z &= r \sin v \sin i, \end{aligned}$$

et des formules semblables, que l'on déduit des précédentes, en remplaçant $r$, $v$ et $i$ respectivement par $r'$, $v'$ et $i'$, et $h$ par $180° + h$.

» On en conclut aisément que les expressions

$$x \cos \upsilon + y \sin \upsilon \quad \text{et} \quad -x \sin \upsilon + y \cos \upsilon,$$

ne dépendent que des quatre premiers arguments.

» On a donc le théorème suivant :

» *Par rapport à l'axe* O$z$ *et à deux axes rectangulaires* O$x'$ *et* O$y'$, *situés dans le plan invariable et animés d'un mouvement de rotation uniforme, de vi-*

*tesse angulaire* $\frac{dv}{dt} = h_1$, *les coordonnées des points* N *et* N′ *sont des fonctions périodiques des quatre arguments* $\sigma$, $\sigma'$, $\tau$ *et* $\tau'$.

» La méthode que nous avons suivie nous a permis d'établir les expressions analytiques des intégrales, en laissant toutefois de côté la question de la convergence des séries, qui pourrait peut-être être abordée par les procédés que M. Poincaré a appliqués plusieurs fois avec succès; mais elle paraît d'un emploi difficile dans la pratique, car elle conduirait à des calculs extrêmement laborieux. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les substitutions bromées;* par MM. **Berthelot** et **Werner.**

« Jusqu'ici l'étude thermique des substitutions, malgré son importance en Chimie organique, n'a été l'objet que d'un petit nombre de mesures, telles que celles réalisées par l'un de nous sur les éthers chlorhydriques, bromhydriques, iodhydriques des alcools méthylique et ordinaire, ainsi que sur les chlorure, bromure, iodure acétiques : mesures obtenues par des procédés détournés, tels que la comparaison des chaleurs de combustion des corps hydrogénés avec celles de leurs dérivés substitués. Les expériences directes en cette matière sont en effet très délicates, à cause de la difficulté d'obtenir à la température ordinaire des réactions immédiates et donnant naissance à un composé unique et défini. Lorsqu'on fait agir le chlore, par exemple, on obtient toujours des produits multiples : une portion de la matière primitive demeurant inaltérée, tandis qu'une autre portion perd plusieurs équivalents d'hydrogène et engendre simultanément plusieurs dérivés. Le brome et l'iode donnent lieu à des difficultés non moins grandes.

» Cependant nous avons réussi à trouver tout un ordre de composés, engendrés par substitution, qui peuvent être formés à froid dans le calorimètre et sans la complication des réactions secondaires. Ce sont les dérivés bromés des phénols. On sait que la réaction du brome sur les phénols, en particulier sur le phénol ordinaire et sur la résorcine, a été utilisée non seulement pour reconnaître, mais pour doser ces principes dans leurs usages industriels : elle donne lieu en effet, dans des conditions convenables, au phénol tribromé et à des corps congénères, formés directement à froid et sans complications.

» C'est cette réaction que nous avons utilisée, après en avoir spéciale-

ment vérifié l'exactitude dans les conditions où nous opérions. Nous allons exposer aujourd'hui nos expériences sur les chaleurs de formation des phénols tribromé, bibromé, monobromé, lesquelles peuvent se déduire toutes trois de la première par des artifices convenables.

» I. Soit d'abord la formation du *phénol tribromé*. La réaction qui l'engendre est la suivante :

$$C^{12}H^6O^2 + 3Br^2 = C^{12}H^3Br^3O^2 + 3HBr.$$

» Nous en avons mesuré la chaleur de formation par quatre procédés distincts, savoir :

» 1° *L'action du brome pur,* pesé dans une ampoule, *sur une solution aqueuse de phénol,* employée en proportion équivalente ($8^{gr},312 = 1^{lit}$). La réaction est lente et dure une demi-heure, et il se forme toujours quelque trace de produit secondaire. Cependant la réaction fondamentale répond à l'équation ci-dessus, comme le prouvent les dosages de l'acide bromhydrique formé [1]. La chaleur dégagée à 10° a été trouvée $+72^{Cal},27$ (3 essais); ce qui répond à

$$C^{12}H^6O^2 \text{ dissous} + 3Br^2 \text{ liquide} = C^{12}H^3Br^3O^2 \text{ cristallisé} + 3HBr \text{ dissous}.$$

» On a obtenu une réaction plus rapide et plus nette, en ajoutant à l'avance à la solution aqueuse de phénol une certaine dose de bromure de potassium (environ $1^{éq}$ par équivalent de brome employé). On a obtenu ainsi à 11° (moyenne de deux expériences) : $+ 71^{Cal},69$; avec le brome dissous à l'avance, on aurait obtenu 3,3 de moins, soit + 68,39.

2° *Action du brome dissous à l'avance dans l'eau* ($25^{gr} = 1^{lit}$) *sur le phénol dissous.* — L'expérience marche plus vite et plus nettement. On a obtenu à 10° (sept expériences) : $+ 68^{Cal},185$. Comme contrôle on a dosé dans une expérience l'acide bromhydrique : ce qui a fourni 3,93 au lieu de 4,07.

» Dans une autre, le tribromophénol formé a été récolté et pesé. On a trouvé $5^{gr},27$ au lieu de 5,30, et le brome constaté par analyse a été trouvé 72,2 pour 100 au lieu de 72,5 : ce qui montre la correction des expériences.

3° *Action du brome sur le phénate de soude :*

$$C^{12}H^5NaO^2 + 3Br^2 = C^{12}H^3Br^3O^2 + NaBr + 2HBr.$$

---

(1) $20^{cc}$ de liqueur ont fourni :

| | HBr. |
|---|---|
| Par le titrage alcalimétrique | 0,627 |
| Calculé | 0,627 |
| Par l'azotate d'argent | 0,628 |

» Ce procédé est plus prompt encore que les précédents, la réaction étant immédiate. On a obtenu :

Phénate dissous ($1^{éq} = 4^{lit}$) + brome dissous ($25^{gr} = 1^{lit}$)..... $+ 74^{Cal},56$

Pour comparer ce chiffre aux précédents, il faut en retrancher la différence entre les chaleurs de neutralisation de la soude par l'acide bromhydrique et par le phénol, soit $13,7 - 7,4 = 6,3$. Ce qui nous ramène à $+ 68^{Cal},26$.

» On a donc en définitive :

| | |
|---|---|
| Premier procédé.................... | 68,39 |
| Deuxième procédé.................... | 68,18 |
| Troisième procédé.................... | 68,26 |
| Moyenne..... | 68,28 |

réaction qui se rapporte à tous les corps dissous, excepté le tribromophénol.

» II. *Formation du phénol bibromé.* — Nous avons d'abord essayé de former ce composé, en faisant agir seulement la proportion équivalente de brome sur le phénol dissous :

$$C^{12}H^6O^2 \text{ dissous} + 2Br^2 \text{ dissous} = C^{12}H^4Br^2O^2 + 2HBr \text{ dissous.}$$

» Nous avons trouvé dans deux essais, vers 10° : $+ 44^{Cal},40$.

» Mais ce chiffre n'est qu'approximatif, le produit renfermant une certaine quantité de tribromophénol, facile à isoler par les dissolvants, et, par conséquent, une dose complémentaire de produits incomplètement substitués.

» Un procédé plus exact consiste à former d'avance le phénol bibromé et à le changer en phénol tribromé, au moyen d'une dose équivalente de brome. La réaction directe marche mal; mais on réussit très bien en opérant sur le sel de soude dissous dans l'eau. La grande stabilité du phénol tribromé permet d'arrêter la réaction à un terme défini :

$$C^{12}H^3NaBr^2O^2 \text{ dissous } (12^{gr} \text{ dans } 300^{cc}) + Br^2 \text{ dissous}$$
$$= C^{12}H^3Br^3O^2 + NaBr \text{ dissous.............. } + 31^{Cal},13 \text{ et } + 30,90$$

» Pour passer de là à la chaleur dégagée par la substitution opérée sur le phénol bibromé, il suffit de retrouver la différence entre la chaleur de neutralisation bromhydrique par la soude et celle du phénol bibromé.

» Or, on a trouvé directement :

$C^{12}H^4Br^2O^2$ solide + NaO étendue = $C^{12}H^3NaBr^2O^2$ dissous + HO, dégage . . + $4^{Cal},84$

$$+13,7 - 4,84 = +8,86;$$
$$+31,01 - 8,86 = 22^{Cal},15:$$

c'est la chaleur dégagée par la réaction

$$C^{12}H^4Br^2O^2 \text{ solide} + Br^2 \text{ dissous} = C^{12}H^3Br^3O^2 \text{ solide} + HBr \text{ dissous}.$$

» En la retranchant de 68,28, on a la quantité cherchée; c'est-à-dire la chaleur de formation du phénol bibromé :

$C^{12}H^6O^2$ dissous + $2Br^2$ dissous = $C^{12}H^4Br^2O^2$ solide + 2HBr, dégage . . . . . + $46^{Cal},73$

nombre que nous adopterons comme le plus exact.

» III. *Phénol monobromé.* — En faisant agir $2^{éq}$ de brome dissous par le phénol dissous ($1^{éq} = 5^{lit}$), nous avons obtenu vers 10° (trois expériences) : + $22^{Cal},28$.

» Mais le produit renfermait, en même temps que le phénol bromé, une certaine dose de composés bibromés et tribromés, séparables par les dissolutions et la distillation. Le phénol monobromé lui-même demeure en partie dissous, ce qui rend l'expérience moins exacte.

» Le phénate de soude, traité par $Br^2$, donne une réaction plus nette; la chaleur dégagée, ramenée au phénol par le calcul, a été trouvée + $22^{Cal},27$. Enfin nous avons eu recours alors au même artifice inverse que ci-dessus, c'est-à-dire nous avons transformé le monobromophénol de soude préparé à l'avance en phénol tribromé par une dose de brome équivalente.

$C^{12}H^4NaBrO^2$ dissous (formé avec $3^{gr},7$ et $4^{gr},3$ de $C^{12}H^5BrO^2$ dans $300^{cc}$) + $2Br^2$ dissous
= $C^{12}H^3Br^3O^2$ précipité + NaBr dissous + HBr dissous, a dégagé, vers 12° :
+ 51,52 et + 50,80; moyenne : + 51,36.

» On a d'ailleurs pour la neutralisation du phénol monobromé

| | | |
|---|---|---|
| $C^{12}H^5BrO^2$ liquide + NaO étendue | ......... | + $7^{Cal},43$ |
| » solide » | ......... | + $4^{Cal},42$ |

» En retranchant + $13^{Cal},7 - 4^{Cal},4 = +9^{Cal},3$ du nombre précédent,

on obtient, en définitive, pour la réaction

$$C^{12}H^5BrO^2 \text{ solide} + 2Br^2 \text{ dissous} = C^{12}H^3Br^3O^2 \text{ solide} + 2HBr \text{ dissous}:$$
$$+51^{Cal},4 - 9^{Cal},3 = +42^{Cal},1.$$

» La même expérience, effectuée directement avec l'eau de brome et le monobromophénol liquide, a donné $+45^{Cal},36$; soit pour le corps solide $+42^{Cal},35$, ce qui concorde avec le résultat précédent. La moyenne est $+42^{Cal},2$.

» On en déduit pour la chaleur de formation du phénol monobromé

$$C^{12}H^6O^2 \text{ dissous} + Br^2 \text{ dissous} = C^{12}H^5BrO^2 \text{ solide} + HBr \text{ dissous}:$$
$$+68^{Cal},3 - 42^{Cal},2 = +26^{Cal},1.$$

» En résumé, nous avons obtenu :

| | | | | | | Cal |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $C^{12}H^6O^2$ dissous + | $Br^2$ dissous | = | $C^{12}H^5BrO^2$ solide + | HBr dissous | .... | +26,1 |
| » | $2Br^2$ | » | $C^{12}H^4Br^2O^2$ | » | .... | +46,0 |
| » | $3Br^2$ | » | $C^{12}H^3Br^3O^2$ | » | .... | +68,3 |

» Ces nombres sont à peu près proportionnels, quoique suivant une progression légèrement décroissante. Pour les rendre plus comparables, rapportons-les d'abord aux corps séparés de l'eau : les phénols étant solides, le brome et l'hydracide gazeux : c'est-à-dire l'état du corps correspondant comparable :

| | Cal |
|---|---|
| $C^{12}H^6O^2$ solide + $Br^2$ gaz = $C^{12}H^5BrO^2$ solide + HBr gaz..... | +12,1 |
| $C^{12}H^6O^2$ solide + $2Br^2$ gaz = $C^{12}H^5Br^2O^2$ solide + 2HBr gaz .... | +20,4 |
| $C^{12}H^6O^2$ solide + $3Br^2$ gaz = $C^{12}H^5Br^3O^2$ solide + 3HBr gaz..... | +31,0 |

» Ces trois nombres sont sensiblement proportionnels aux équivalents de brome substitué, chaque équivalent développant à peu près $+10^{Cal},5$.

» La proportionnalité paraît d'ailleurs s'arrêter là, la formation du phénol quadribromé répondant à un chiffre inférieur d'après nos mesures : ce qui rend compte jusqu'à un certain point de la stabilité prépondérante du phénol tribromé. Observons encore que le chiffre +10,5 est à peu près le tiers de celui qui répond à la formation de l'acide bromhydrique par ses éléments

$$H^2 + Br^2 \text{ gaz} = HBr + HBr. \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +27^{Cal},0$$

» On voit par là que la substitution pure et simple du brome à l'hydrogène, telle que

$$C^{12}H^6O^2 \text{ solide} + Br^3 = C^{12}H^3Br^3O^2 + HBr,$$

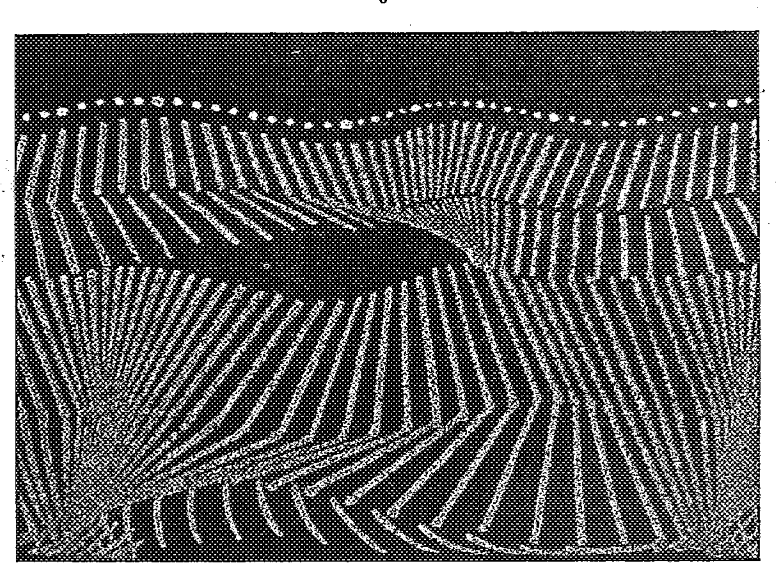
absorberait $3^{Cal} \times 3$, ce qui signifie que la formation des phénols substitués n'a pas lieu par une opération directe, mais en vertu d'une double décomposition, aux dépens de l'énergie mise en jeu dans la formation de l'acide bromhydrique. »

PHYSIOLOGIE. — *Analyse cinématique de la marche.* Note de M. Marey.

« Dans une Note du 25 juin de l'année dernière, j'ai décrit une méthode photographique par laquelle on obtient, sur une même plaque sensible, un grand nombre d'images instantanées représentant les différentes attitudes du corps pendant la marche, la course ou le saut. Sur ces figures, chaque image est réduite à des lignes représentant la direction des rayons osseux des membres et à des points correspondant aux centres de mouvement des articulations.

» La *fig.* 1 montre ainsi la série des attitudes des membres du côté

Fig. 1.



droit, avec les positions de la tête, chez un homme qui marche d'un pas assez rapide. Les photographies ont été prises à des intervalles de $\frac{1}{40}$ de seconde, la longueur d'un pas complet étant de $1^m,75$, la vitesse de l'allure $6300^m$ à l'heure.

» Sur ces épreuves agrandies, on peut étudier, comme sur une épure,

les lieux géométriques de chacune des articulations du membre inférieur, la façon dont chacun d'eux s'engendre, ainsi que la part d'action qui revient, dans la progression, à la pesanteur et à l'action musculaire.

» J'ai entrepris, avec M. G. Demeny, mon préparateur à la Station physiologique, la double étude, cinématique et dynamique, de la locomotion, d'après les documents fournis par la photographie et par d'autres appareils, chronographes et dynamomètres inscripteurs (1).

» Comme cette étude est exclusivement basée sur les documents fournis par la méthode graphique, on ne s'étonnera pas de n'y point rencontrer l'exposé des théories ou des observations faites antérieurement sur la locomotion humaine.

ÉTUDE CINÉMATIQUE DE LA MARCHE DE L'HOMME.

» La *fig*. 1 donne les trajectoires des différentes articulations des membres, les angles que font entre eux les différents leviers osseux, les variations de vitesse de chacune de ces parties aux différents instants de ses mouvements. Pour parler plus exactement, la *fig*. 1 représente la projection de ces mouvements sur un plan vertical parallèle à la direction de la marche. Certains mouvements de moindre importance pour la locomotion devront être étudiés d'après leur projection sur d'autres plans; nous ne nous en occuperons pas ici.

» On a vu, dans la description de la méthode, que les photographies ne traduisent le mouvement que pour une moitié du corps, celle qui est tournée du côté de l'appareil; on peut toutefois suppléer à l'absence de renseignements sur les mouvements de la moitié opposée du corps, puisqu'on sait que, dans les allures régulières, les membres droits et gauches exécutent les mêmes actes d'une manière alternative. Ainsi, dans un pas complet, c'est-à-dire entre la position occupée sur la figure par le pied droit à l'un de ses appuis et la position occupée par le même pied à son appui suivant, il s'est fait un posé du pied gauche; or, si l'allure est régulière, le lieu occupé par le pied gauche au posé se trouvera précisément au milieu de l'espace qui s'étend entre les images des posés du pied droit.

» On pourrait donc, étant donnée une allure parfaitement régulière, obtenir les images des deux moitiés du corps en superposant deux figures transparentes, semblables à celle qui est représentée ci-dessus et en faisant

(1) Nous ne nous occuperons aujourd'hui que de la marche, considérée au point de vue cinématique.

glisser l'une de ces figures par rapport à l'autre d'une longueur égale à celle d'un demi-pas.

» Ces images expriment, mieux que toute description, les relations qui existent entre les mouvements des différentes parties du corps; elles montrent comment chacune des jambes concourt à imprimer au tronc et à la tête une translation presque uniforme et des oscillations dans un plan vertical correspondant chacune à l'action d'une des jambes. Grâce aux repères qu'on obtient en donnant une intensité plus grande à une image sur cinq, on peut déterminer pour chaque instant les positions relatives de la jambe, du bras et de la tête, et constater l'alternance des mouvements du bras et de ceux de la jambe d'un même côté. Enfin, sachant que deux images successives se sont produites à un intervalle de temps égal à $\frac{1}{40}$ de seconde, il suffit de porter la longueur qui sépare deux images consécutives sur une échelle métrique située au bas de la figure [1] pour connaître la valeur absolue de l'espace parcouru par un point, à l'instant considéré, et pour en déduire la vitesse de ce point.

» Nous attirerons toutefois l'attention sur les mouvements les plus importants, ceux des jambes pendant la marche; la plupart des actes que nous aurons à décrire se retrouveront dans les allures plus rapides avec de simples différences dans l'étendue et la vitesse des mouvements.

» *Etude cinématique des mouvements du membre inférieur pendant la marche.* — On a tous les éléments du problème quand on connaît les mouvements de la jambe pendant la durée d'un pas complet, commençant à l'appui d'un pied sur le sol et finissant à l'appui suivant du même pied. La durée du pas sera divisée en deux périodes, celle qui correspond à l'appui du pied et celle qui correspond au levé.

» A. *Mouvements du membre inférieur pendant la période d'appui du pied.* — Les mouvements, pendant cette phase, sont représentés *fig.* 2. Chacune des articulations du membre inférieur : *cheville* (articulation tibio-tarsienne), *genou* (articulation tibio-fémorale), *hanche* (articulation coxo-fémorale), suit une trajectoire engendrée par les mouvements angulaires simultanés des segments : pied, jambe et cuisse.

» Le pied touche le sol par le talon en A, et presque aussitôt s'applique par toute l'étendue de sa face plantaire; cette première phase occupe environ les trois cinquièmes de la durée totale de l'appui.

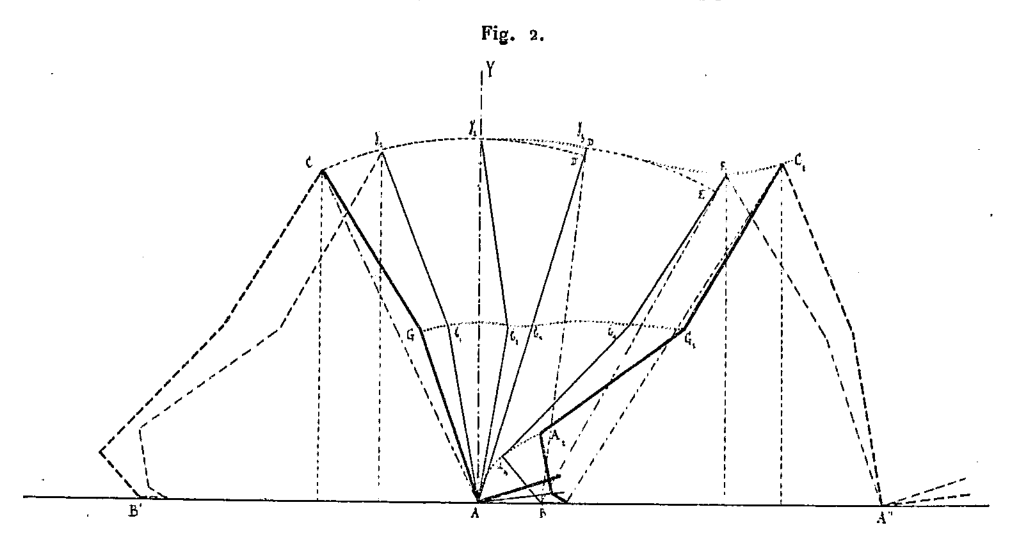
---

(1) Dans la reproduction de la *fig.* 1, le graveur a supprimé par erreur l'échelle métrique.

» A partir de ce moment le talon se détache du sol, et pendant la seconde phase, c'est-à-dire les deux cinquièmes de l'appui, le pied se déroule autour de sa pointe B, ou pour mieux dire de l'extrémité des métatarsiens.

» La *trajectoire de la cheville* est engendrée de la manière suivante. Après avoir été immobile pendant la première phase de l'appui, la cheville décrit

Fig. 2.




une courbe $\alpha_4$ qui se confond sensiblement avec un arc de cercle ayant pour centre l'articulation métatarso-phalangienne. En réalité, le mouvement se compose d'une série de rotations infiniment petites autour de centres instantanés qui se meuvent le long de la ligne de contact de la tête du premier métatarsien avec le sol, et qui s'approchent d'autant plus de l'extrémité antérieure de cet os que le déroulement du pied est plus complet ([1]).

» *Trajectoire du genou.* — Cette trajectoire est plus complexe et résulte de la composition de deux mouvements indépendants.

» Dans la première phase de l'appui, c'est-à-dire lorsque le talon touche le sol, le genou G décrit un arc de cercle $6^1$, $6^2$, dont le centre serait à la cheville du pied ; dans la seconde phase, $6^3$, $6^4$, $G_1$, ce mouvement se

([1]) Ce mouvement du pied autour de la tête des métatarsiens n'est vrai que pour la marche à pieds nus ou avec des semelles très souples. Si le marcheur porte des semelles épaisses et longues, le déroulement du pied se fera autour de l'extrémité de la chaussure ; il en résultera, pour les mouvements du membre et pour la longueur du pas, des conséquences que nous nous proposons d'étudier dans un autre travail.

combine au déroulement du pied autour de l'extrémité des métatarsiens, mouvement dont la description a été donnée plus haut.

» L'angle que la jambe forme avec le pied change aux différentes phases de l'appui : pendant la première phase, celle de l'appui du talon et de la plante, la jambe se fléchit graduellement sur le pied ; pendant la seconde, à partir du moment où le talon se soulève, le pied s'étend graduellement sur la jambe jusqu'à l'instant où il se détache du sol.

» Cette extension du pied augmente la distance qui sépare le genou du point d'appui, de sorte que la trajectoire du genou, au lieu de s'abaisser vers le sol à la fin de l'appui, comme cela arriverait s'il décrivait seulement un arc de cercle autour de la cheville, se relève et suit, dans son ensemble, une ligne légèrement sinueuse, parfois assez rapprochée de l'horizontalité.

» *Trajectoire de la hanche.* — La hanche subit toutes les influences qui engendrent la trajectoire du genou; mais, en outre, elle est soumise à l'effet des mouvements de la cuisse sur la jambe. Ceux-ci consistent en une flexion du genou au commencement du posé du pied G, $6^1$, $6^2$, après quoi le genou se redresse jusqu'au moment où le talon quitte le sol $6^3$; enfin le genou se fléchit de nouveau pendant la dernière phase de l'appui.

» Ces mouvements de flexion et d'extension du genou produisent des changements dans la longueur des lignes qui joignent les différentes positions de la jambe à chacun des points d'appui du pied sur le sol. Nous appellerons ces lignes *rayons* du membre inférieur (on a représenté ces rayons dans la *fig.* 2 par des lignes formées alternativement de points et de traits).

» Sous ces influences diverses, la trajectoire de la hanche C, $\gamma_1$, $\gamma_2$, $\gamma_3$, $C_1$ décrite pendant l'appui du pied est une courbe à convexité supérieure. Le maximum de hauteur de cette courbe au-dessus du plan horizontal ne correspond pas au moment où l'articulation de la hanche passe en Y, verticalement au-dessus de la base de sustentation formée par le pied, mais se projette un peu en avant de cette base, dans le sens de la progression.

» Lorsque le pied droit s'est posé sur le sol en A, le pied gauche était encore appuyé par sa pointe; le corps reposait donc sur les deux pieds à la fois, et ce *double appui* a duré jusqu'au moment où la hanche est représentée en $\gamma_1$ et le genou en $6^1$. De même, à la fin de la *fig.* 2, lorsque le pied droit est en B et la hanche en E, le pied gauche se pose sur le sol; un double appui se produit encore et dure jusqu'au moment où la hanche est en $C_1$.

» B. *Mouvement du membre inférieur pendant le levé du pied.* — Aussitôt que le pied a quitté le sol, le centre de mouvement du membre inférieur passe à l'articulation de la hanche. Dans ce mouvement, que les auteurs classiques ont comparé à l'oscillation d'un pendule dont le point de suspension éprouverait un déplacement dans le sens horizontal, nous aurons à considérer la trajectoire de chacune des articulations en particulier. Le détail de ces mouvements se voit aisément sur la *fig.* 1.

» Pendant la période de levé du pied, *la trajectoire de la hanche* décrit une courbe à convexité supérieure sensiblement semblable à celle que nous avons vue correspondre à la période d'appui. C'est qu'en effet la hanche droite, seule représentée dans notre figure, ressent l'effet de l'appui de la jambe gauche.

» Le *genou* suit une courbe résultant d'un mouvement de rotation autour de l'articulation de la hanche combiné au mouvement ci-dessus indiqué de la hanche sur sa trajectoire.

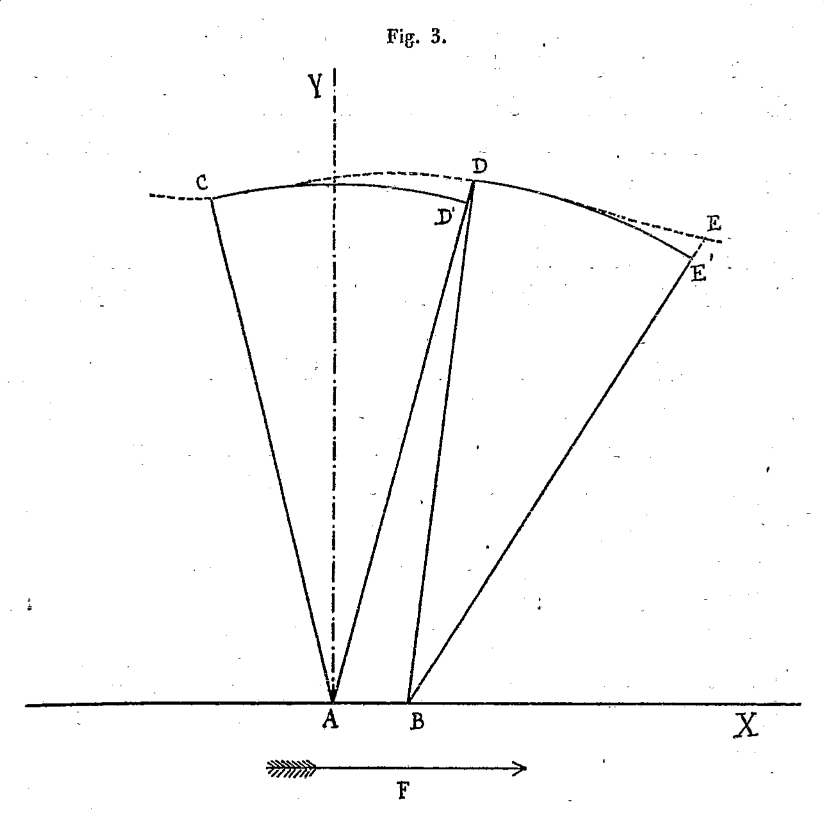
» Enfin la *cheville*, pendant le levé du pied, suit une trajectoire qui résulte de celle du genou combinée avec le mouvement angulaire de la jambe sur la cuisse. Pendant le premier tiers du levé, il y a flexion graduelle du genou; pendant les deux autres tiers, la jambe s'étend graduellement sur la cuisse, jusqu'à l'extension complète; elle se fléchit de nouveau légèrement au moment du posé. La courbe de ce mouvement présente deux élévations successives : une grande élévation au début du levé : elle se raccorde avec la courbe ascendante engendrée par le déroulement du pied à l'appui; la cheville s'abaisse ensuite et rase le sol jusqu'à l'instant du posé ; enfin elle se relève de nouveau très légèrement à l'instant où le pied va s'appuyer sur le sol.

» L'ensemble de tous ces mouvements exécutés tour à tour par les deux membres inférieurs concourt pour produire le mouvement de la hanche; or ce mouvement est d'autant plus important à considérer qu'il correspond sensiblement à celui du centre de gravité du corps lui-même placé assez près de l'articulation de la hanche. Toutefois, comme les hanches sont situées en dehors du plan vertical médian qui passerait par le corps, d'avant en arrière, l'action des membres sur le tronc s'exerce toujours plus ou moins obliquement. Il en résulte une inégalité des effets des deux jambes sur la trajectoire de la hanche : celle-ci n'offre pas, dans ses inflexions, la périodicité régulière qu'on observe, par exemple, dans la trajectoire de l'épaule et surtout dans celle du sommet de la tête.

» Si l'on examine, dans son ensemble, la courbe décrite par la hanche

pendant la durée d'un pas, on y observe deux maxima dont chacun se produit pendant la période d'appui de l'un des pieds. Les minima correspondent aux moments où chacun des pieds commence son posé (instant du double appui). Ces deux ondulations de la courbe de la hanche, dont chacune est produite par l'action d'une des jambes, ne sont pas égales entre elles, avons-nous dit. Cela tient à des oscillations du bassin autour de

Fig. 3.




deux axes, l'un vertical, l'autre horizontal et parallèle à la direction de la marche [1].

» Les oscillations du bassin autour de son axe horizontal interfèrent avec les ondulations de la trajectoire de la hanche; elles ont pour effet de rendre fort inégaux les deux minima de cette trajectoire. Pour la hanche droite, le minimum qui se produit après le levé du pied droit est le plus bas, parce qu'il coïncide avec l'oscillation descendant du côté correspondant

---

[1] Ces oscillations ont été graphiquement déterminées par M. Carlet [*Étude sur la marche* (*Annales des Sciences naturelles : Zoologie*, 1872)].

du bassin; le minimum suivant, qui correspond au levé du pied gauche, est atténué, au contraire, parce qu'il correspond à l'oscillation ascendante du bassin.

» Enfin, les oscillations du bassin autour de son axe vertical se traduisent par des mouvements de la hanche, tantôt dans le sens de la progression, tantôt en sens inverse; il en résulte une inégalité dans la vitesse de la hanche, au moment des deux maxima de sa trajectoire. Cette inégalité de vitesse se traduit par la plus grande condensation du ponctué de la trajectoire de la hanche pendant l'élévation qui correspond à l'appui du pied.

» Si l'on voulait réduire à son expression cinématique la plus simple le mouvement de la hanche et, par conséquent, du tronc sur sa trajectoire, pendant l'appui du pied correspondant, on caractériserait ce mouvement par la *fig.* 3. Dans cette figure, pendant une première phase, le membre tourne autour du point A; la trajectoire CD de la hanche s'écarte de l'arc de cercle CD′, parce que l'extension de la cuisse sur la jambe accroît graduellement la longueur du rayon du membre. Pendant la seconde phase, le centre du mouvement est en B, et la trajectoire DE diffère de l'arc DE′ parce que l'extension du pied allonge à son tour le rayon du membre inférieur. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur la Carte d'Afrique au* $\frac{1}{2000000}$. Note de M. **F. Perrier.**

M. le Colonel Perrier offre à l'Académie, au nom du Ministre de la Guerre, les vingt-trois premières feuilles de la Carte d'Afrique au $\frac{1}{2000000}$, dont le Service géographique de l'armée a entrepris la publication en 1881, ainsi que les trois premières livraisons des Notices correspondant à dix-huit de ces feuilles, et s'exprime en ces termes :

« Cette Carte est due à l'initiative d'un officier du Génie, le Capitaine de Lannoy de Bissy, qui en a conçu le projet dès la fin de l'année 1874.

» Livingstone venait de mourir, et les honneurs exceptionnels que l'Angleterre avait rendus à sa dépouille mortelle, rapportée du lac Bangouéolo par les soins de ses fidèles serviteurs, avaient attiré l'attention universelle sur le mystérieux continent africain.

» En parcourant le récit si attachant des vingt années d'exploration et des merveilleuses découvertes de l'illustre voyageur, on était frappé de n'y trouver, sous forme de croquis à petite échelle, qu'une image im-

parfaite des territoires déjà explorés de l'Afrique australe; les Cartes d'Afrique existantes, même celle de Keith Johnston, dressée à l'échelle de $\frac{1}{6000000}$, étaient trop petites pour contenir le détail des itinéraires.

» Il manquait donc une bonne Carte générale de cette partie du monde, établie à une échelle qui permît de figurer avec quelque détail les voyages déjà accomplis et qui pût servir de cadre à ceux qui seraient entrepris dans l'avenir.

» C'est cette lacune que M. de Lannoy a cherché à combler par la confection d'une Carte à l'échelle de $\frac{1}{2000000}$, rapprochant et coordonnant entre elles toutes les Cartes ou itinéraires renfermés aussi bien dans les relations de voyage que dans les recueils géographiques de France et de l'étranger.

» La Carte complète aura une hauteur de $4^m,20$ sur une largeur de $4^m$. Elle a été divisée en 62 feuilles de $0^m,50$ de base sur $0^m,40$ de hauteur, représentant une superficie rectangulaire de $1000^{km}$ sur $800^{km}$ de côtés.

» Elle est établie sur une projection orthographique méridienne; les longitudes sont comptées, dans les deux sens Est et Ouest, à partir du méridien de Paris, considéré comme méridien initial; le méridien central est celui de 10° de longitude à l'Est, qui semble le mieux répartir les déformations sur les parties extrêmes, le Sénégal et l'Abyssinie.

» Les feuilles-minutes de la Carte, établies à l'échelle de $\frac{1}{2000000}$, agrandies ensuite au $\frac{1}{1000000}$, afin de faciliter les écritures et de donner plus de précision au dessin, puis ramenées à $\frac{1}{2000000}$, sont reportées enfin sur zinc par les procédés ordinaires de la photozincographie.

» Une première édition, qui n'est que provisoire, est publiée avec la planimétrie seulement, et sera bientôt suivie d'une deuxième édition qui porte l'orographie dessinée en couleur au crayon lithographique. De cette dernière édition, douze feuilles ont déjà paru.

» Chaque feuille est l'objet d'une Notice spéciale; cette Notice a pour but d'éveiller l'attention du lecteur par la description des contrées et l'historique succinct des peuples qui l'habitent. Elle donne le catalogue des Cartes et Ouvrages consultés, afin de permettre au lecteur de se reporter aux sources originales; enfin, elle contient aussi la discussion du mode de rédaction de la Carte, d'où ressort bien nettement la mesure du degré de confiance qu'on peut lui attribuer.

» Les vingt-trois feuilles que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie embrassent : les unes, toute la région arrosée par le Sénégal et le Niger (Santa-Cruz-de-Ténérife, Bir-el-Abbas, In Sâlah, Saint-Louis, Timbouktou,

Free-Town, Segou-Sikoro, etc.); les autres, l'extrémité de l'Afrique australe, du Zambèse à la colonie du Cap (Mossamédès Linyanti, Barmen, Kourouman, Pretoria, le Cap et Pietermaritzbourg); et entre elles, les rivages de la Guinée, où débouchent, dans l'océan Atlantique, le Niger, l'Ogôoué, le Congo et le Rio-Couanza (Bénin, Libreville, San-Salvador et Saint-Paul-de-Loanda).

» La nouvelle Carte contient des modifications et des additions importantes, parmi lesquelles il est utile de signaler :

» Dans la feuille de *Bir-el-Abbas*, une nouvelle interprétation d'une partie du récit du voyage accompli en 1861, de Saint-Louis du Sénégal à Mogador, par le cadi Bou el Moghdad; la figuration d'une partie de la route du Dr Lenz, en 1879, du Maroc à Timbouktou, et le tracé détaillé de l'itinéraire de Caillié, des puits de Telyg à l'Oued-Drâa;

» Dans la feuille d'*In Salah*, la représentation de l'oasis du Touat, d'après le voyage de G. Rohlfs et les renseignements recueillis par des voyageurs français, en prenant pour origine la position d'In Salah, déterminée astronomiquement en 1825 par le major Laing;

Sur la feuille de *Saint-Louis*, le tracé du nouveau chemin de fer en construction, de Saint-Louis à Dakar, ainsi que le voyage de Caillié, en 1824, chez les Maures Brakna, voyage qui n'était jusqu'alors porté sur aucune Carte d'Afrique;

» Sur la feuille de *Segou-Sikoro*, toutes les reconnaissances accomplies, dans ces dernières années, par les colonnes expéditionnaires du Haut-Sénégal, Galiéni, Derrien, Borgnis-Desbordes, et même la route de Bammako à Mourdia du Dr Bayol, en 1883;

» Sur celle de *Free-Town*, l'intéressant voyage du Dr Bayol; les altitudes de 101 positions de cette région occidentale de l'Afrique ont été calculées par M. de Lannoy; d'après ses calculs, les sources de la Gambie et du Rio-Grande sont situées respectivement à $1133^{m}$ et $1145^{m}$ d'altitude au-dessus du niveau de la mer;

» Sur celle de *Sokoto*, le tracé des derniers voyages de M. Flegel, auquel on doit en particulier la reconnaissance détaillée du Niger, entre Rabba et Gomba. Le cours de cet immense fleuve ne contient plus qu'une partie encore inexplorée, comprise entre Gomba et Say, ville commerçante que traversa deux fois le Dr Barth, dans les années 1853 et 1854;

» Dans l'Afrique australe, sur les cartes de *Kourouman*, *Prétoria et Pietermaritzbourg*, les divisions politiques dernières des royaumes nègres gouvernés par Khama, Sécheli, Montsoua et Mankourouané; les renseignements les plus récents sur la géographie du Transvaal, une partie du

royaume de Gaza gouverné par Oumzila, un nouveau tracé du cours inférieur du Limpopo, d'après les travaux d'Erskine. Le pays des Zoulous est dessiné à l'aide des reconnaissances faites par les officiers anglais pendant la guerre contre Cettiwayo. Quant au Griqua-land-East et aux territoires encore indépendants de la Cafrerie propre, ils ont été extraits des sources anglaises les plus récentes;

» Pour la côte de Guinée, les dernières informations sur les contrées voisines des bouches du Niger et du Gabon; dans la province de Loanda, le tracé qui doit relier la capitale de cette colonie portugaise à la ville d'Ambaca, à l'intérieur.

» Une mention spéciale doit être faite de la feuille de San-Salvador, la dernière parue, sur laquelle est représenté tout le cours de l'Ogôoué et la partie inférieure du fleuve Congo. Le vaste champ d'explorations que parcourent, d'un côté, de Brazza, sous l'égide de la France, de l'autre, Stanley, sous le patronage de l'Association internationale belge, était, il y a dix ans, à peu près inconnu. En moins de six ans, une foule de stations européennes ont jailli de terre pour ainsi dire; en ne citant que les plus connues, nous rappellerons Lambaréné, Franceville et Brazzaville, fondées par la France; Vivi, Noki, Léopoldville, par la Société internationale belge. Depuis 1882 surtout, la reconnaissance des régions du Congo et de l'Ogôoué a été poursuivie vaillamment. Après la première reconnaissance exécutée sur le Niari, en 1882, par de Brazza, les Belges ont exploré la région comprise entre le Congo inférieur et la rive gauche du Kouillou. Un lieutenant de vaisseau de notre marine, M. Mizon, nous a fait connaître, il y a quelques mois à peine, tous les affluents de la rive droite de cette rivière, ainsi qu'une partie du cours du Louété (Louisa des Portugais); il nous a donné aussi un levé de l'Ogôoué au $\frac{1}{100000}$, entre la rivière Dilo et Franceville, ainsi que les positions de Franceville et du poste de l'Alima. M. Dutreuil de Rhins, un Français aussi, a fait un levé intéressant de l'Ogôoué, entre Lambaréné et la rivière Dilo. Tous ces renseignements, à peine connus encore des géographes, sont déjà portés sur la feuille de San-Salvador.

» Avant la fin de l'année courante, les feuilles si intéressantes de la région des grands lacs de l'Afrique australe, de Madagascar et de Bourbon seront publiées, et j'estime que la Carte entière aura paru, avec des Notices, vers la fin de l'année 1887.

» Le prix en est très modéré. Chaque feuille, avec montagnes, est vendue au prix de $0^{fr},50$; sans montagnes, $0^{fr},30$. La Notice, qui accompagne chaque livraison de six feuilles, coûte $0^{fr},30$ seulement.

» Grâce à l'emploi du zinc, il sera facile de reviser chaque feuille, en

effaçant ou ajoutant au fur et à mesure sur la planche mère, de manière à obtenir, pour chaque tirage, des exemplaires tout à fait au courant des découvertes nouvelles.

» Quelques feuilles, notamment celles du Sénégal et du Niger, celles du Congo et de l'Ogôoué, ont déjà rendu de véritables services, en faisant ressortir la grandeur du rôle réservé à la France dans ces contrées lointaines.

» La Carte de l'Afrique est, je le répète, l'œuvre personnelle du capitaine de Lannoy. Elle dénote chez son auteur des connaissances géographiques très étendues, une grande perspicacité dans l'appréciation des textes et des Cartes des voyageurs, ainsi qu'une véritable habileté d'artiste. C'est un travail de bénédictin qui fait le plus grand honneur à cet officier et au Dépôt de la Guerre, qui a la bonne fortune de le compter au nombre de ses collaborateurs. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la rage;* par M. **Pasteur**, avec la collaboration de MM. **Chamberland** et **Roux**.

« Le grand fait de la virulence variable de certains virus et la préservation d'une virulence par une autre de moindre intensité est aujourd'hui, non seulement acquis à la Science, mais encore entré dans le domaine de la pratique. Dans une telle direction d'études, on comprend tout l'intérêt qu'offre la recherche de méthodes d'atténuation appropriées à de nouveaux virus.

» J'ai l'honneur d'apporter aujourd'hui à l'Académie un progrès dans ce sens, relatif à la rage.

» I. Si l'on passe du chien au singe et ultérieurement de singe à singe, la virulence du virus rabique s'affaiblit à chaque passage. Lorsque la virulence a été diminuée par ces passages de singe à singe, si le virus est ensuite reporté sur le chien, sur le lapin, sur le cobaye, il reste atténué. En d'autres termes, la virulence ne revient pas de prime-saut à la virulence du chien *à rage des rues*. L'atténuation dans ces conditions peut être amenée facilement par un petit nombre de passages de singe à singe, jusqu'au point de ne jamais donner la rage au chien par des inoculations hypodermiques. L'inoculation par la trépanation, méthode si infaillible pour la communication de la rage, peut même ne produire aucun résultat, en créant néanmoins, pour l'animal, un état réfractaire à la rage.

» II. La virulence du virus rabique s'exalte quand on passe de lapin à lapin, de cobaye à cobaye. Lorsque la virulence est exaltée et fixée au

maximum sur le lapin, elle passe exaltée sur le chien et elle s'y montre beaucoup plus intense que la virulence du virus rabique du chien *à rage des rues*. Cette virulence est telle, dans ces conditions, que le virus qui la possède, inoculé dans le système sanguin du chien, lui donne constamment une rage mortelle.

» III. Quoique la virulence rabique s'exalte dans son passage de lapin à lapin ou de cobaye à cobaye, il faut plusieurs passages par le corps de ces animaux pour qu'elle récupère son état de virulence maximum, quand elle a été diminuée d'abord chez le singe.

» De même la virulence du chien *à rage des rues* qui, comme je viens de le dire, n'est pas de virulence maximum à beaucoup près, exige, quand elle est portée sur le lapin, plusieurs passages par des individus de cette espèce, avant d'atteindre son maximum.

» Une application raisonnée des résultats que je viens de faire connaître permet d'arriver aisément à rendre les chiens réfractaires à la rage. On comprend, en effet, que l'expérimentateur puisse avoir à sa disposition des virus rabiques atténués de diverses forces; les uns, non mortels, préservent l'économie des effets de virus plus actifs et ceux-ci de virus mortels.

» Prenons un exemple : On extrait le virus rabique d'un lapin mort par trépanation à la suite d'une durée d'incubation qui dépasse de plusieurs jours l'incubation la plus courte chez le lapin. Celle-ci est invariablement comprise entre sept et huit jours à la suite de l'inoculation, par trépanation, du virus le plus virulent. Le virus du lapin à plus longue incubation est inoculé, toujours par trépanation, à un second lapin; le virus de celui-ci à un troisième. A chaque fois, ces virus, qui deviennent de plus en plus forts, sont inoculés à un chien. Ce dernier se trouve être ensuite capable de supporter un virus mortel. Il devient entièrement réfractaire à la rage, soit par inoculation intraveineuse, soit par trépanation du virus de chien *à rage des rues*.

» Par des inoculations de sang d'animaux rabiques, dans des conditions déterminées, je suis arrivé à simplifier beaucoup les opérations de la vaccination et à procurer au chien l'état réfractaire le plus décidé. Je ferai connaître bientôt à l'Académie l'ensemble des expériences sur ce point.

» Il y aurait un intérêt considérable, présentement et jusqu'à l'époque éloignée de l'extinction de la rage par la vaccination, à pouvoir supprimer le développement de cette affection à la suite de morsures par des chiens

enragés. Sur ce point, les premières tentatives que j'ai entreprises me donnent les plus grandes espérances de succès. Grâce à la durée d'incubation de la rage à la suite de morsures, j'ai tout lieu de croire que l'on peut sûrement déterminer l'état réfractaire des sujets avant que la maladie mortelle éclate à la suite de la morsure.

» Les premières expériences sont très favorables à cette manière de voir; mais il faut en multiplier les preuves à l'infini sur des espèces animales diverses avant que la thérapeutique humaine ait la hardiesse de tenter sur l'homme cette prophylaxie.

» L'Académie comprendra que, malgré la confiance que m'inspirent mes nombreuses expériences, poursuivies depuis quatre années, ce n'est pas sans quelque appréhension que je publie aujourd'hui des faits qui ne tendent à rien moins qu'à une prophylaxie possible de la rage. Si j'avais eu à ma disposition des moyens matériels suffisants, j'aurais été heureux de ne faire cette Communication qu'après avoir sollicité de l'obligeance de quelques-uns de mes Confrères de cette Académie et de l'Académie de Médecine le contrôle des conclusions que je viens de faire connaître. C'est pour obéir à ces scrupules et à ces mobiles que j'ai pris la liberté d'écrire ces jours derniers à M. Fallières, Ministre de l'Instruction publique, en le priant de vouloir bien nommer une Commission à laquelle je soumettrais mes chiens réfractaires à la rage.

» L'expérience maîtresse, que je tenterais en premier lieu, consisterait à extraire de mes chenils vingt chiens réfractaires à la rage, qu'on placerait en comparaison avec vingt chiens devant servir de témoins. On ferait mordre par des chiens enragés successivement ces quarante chiens. Si les faits que j'ai annoncés sont exacts, les vingt chiens considérés par moi comme réfractaires résisteront tous, pendant que les vingt témoins prendront la rage [1].

» Une seconde expérience, non moins décisive, aurait pour objet quarante chiens, dont vingt vaccinés devant la Commission et vingt non vaccinés. Les quarante chiens seront ensuite trépanés par le virus de chien *à rage des rues*. Les vingt chiens vaccinés résisteront. Les vingt autres mourront tous de la rage, soit paralytique, soit furieuse. »

---

[1] Ces vingt chiens mordus, témoins, prendront la rage dans une proportion indéterminée, parce que la rage ne se déclare pas toujours à la suite des morsures. Ceux des témoins mordus qui ne deviendraient pas rabiques pourraient être soumis ultérieurement à la trépanation.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'atténuation des cultures virulentes par l'oxygène comprimé.* Note de M. **A. Chauveau**, présentée par M. Bouley.

« De toutes les études qui ont succédé aux premiers travaux de M. Toussaint, sur l'atténuation virulente par l'action modérée des agents physiques ou chimiques destructeurs des virus, il résulte clairement que ces agents possèdent tous, plus ou moins, la faculté d'amoindrir l'activité infectieuse des ferments virulents, au lieu de l'anéantir complètement, si l'on a soin de ne pas utiliser tout entière l'influence destructive à laquelle on expose ces ferments.

» En ce qui concerne la chaleur, la preuve de l'existence de cette faculté atténuante est maintenant complète. Il y avait donc lieu de penser que l'oxygène comprimé, qui partage avec le premier agent, suivant la démonstration de M. P. Bert, la propriété d'être à la fois une source de vie et de mort pour les microbes infectieux, se comporterait exactement comme la chaleur. On était certainement en droit de supposer qu'avant d'atteindre la tension qui tue les cultures virulentes, ou les empêche de se développer, l'oxygène en atténuerait graduellement l'activité, si on l'amenait, par une compression graduée, au voisinage du degré de tension capable de s'opposer à toute prolifération.

» L'expérience a été faite sur mes indications, dans mon laboratoire, par M. Wosnessenski, avec le Bacille de Davaine (*Bacille du sang de rate ou fièvre splénique*). Elle ne semble pas avoir prononcé en faveur de cette hypothèse. Il est arrivé, en effet, que les cultures de ce Bacille au contact de l'air ou de l'oxygène comprimés se sont montrées ou plus actives qu'à l'état normal, dans le cas de pressions modérées, ou complètement inactives, dans le cas de fortes compressions (*Comptes rendus*, séance du 4 février 1884, p. 314).

» J'ai vu et contrôlé tous les faits de M Wosnessenski ; ils sont rigoureusement exacts. Je n'en ai pas moins persisté à croire à l'action atténuante de l'oxygène comprimé et à la considérer comme le corollaire obligé des démonstrations de M. Paul Bert. Selon mes vues, entre les tensions qui activent la faculté infectieuse des cultures et celle qui y détruit toute activité, s'intercalent nécessairement des degrés de tension capables d'atténuer plus ou moins la virulence de l'agent infectieux, même à l'égard du cobaye, qui a été le réactif physiologique employé par M. Wosnessenski pour éprouver l'activité de ses cultures. Mais, sans doute, la zone de ces

tensions intermédiaires est fort étroite, et les limites en sont très difficiles à déterminer.

» Il m'a semblé qu'en ayant recours à d'autres réactifs, on trouverait peut-être une espèce animale se prêtant mieux que le cobaye à la détermination des conditions qui permettent à l'oxygène comprimé d'atténuer les cultures du Bacille de Davaine. On sait, en effet, que toutes les espèces animales susceptibles d'être infectées mortellement par un virus doué de toute son activité ne se comportent pas d'une manière identique à l'égard des formes atténuées de ces virus. Le hazard m'a, du premier coup, exceptionnellement favorisé. J'ai inoculé au mouton les cultures réussies de Bacille du sang de rate dans l'oxygène comprimé et j'ai observé alors les faits d'atténuation virulente les plus intéressants et les plus féconds peut-être en applications pratiques.

» Dans les nouvelles expériences que j'ai faites, j'ai constaté, toutes choses égales d'ailleurs, au point de vue de la qualité de la semence, de la qualité et de la quantité du bouillon employé pour les cultures, de la température, du temps, qu'une légère augmentation de la tension de l'oxygène avive la virulence de ces cultures, aussi bien pour le mouton que pour le cobaye. Mais une augmentation plus forte de cette tension n'accroît plus la virulence que pour le cobaye et la diminue au contraire un peu pour le mouton. Enfin, avec une tension plus rapprochée encore de celle qui entraîne l'arrêt de tout développement dans les cultures, on obtient des spores qui, tout en tuant encore les cobayes à peu près aussi vite que le virus charbonneux ordinaire, peuvent être inoculées impunément à tous les moutons.

» Quand les cultures ont été amenées à ce degré d'atténuation, elles produisent néanmoins, sur les sujets auxquels on les inocule, des troubles passagers plus ou moins accentués. Tous les moutons inoculés témoignent du malaise; tous éprouvent une certaine élévation de température qui, chez quelques-uns, peut aller jusqu'à 42°,5. Tous reviennent en quelques jours aux conditions physiologiques. J'ajoute que l'immunité communiquée aux sujets inoculés *une seule fois* avec ces cultures atténuées est aussi parfaite que possible. Réinoculés plusieurs fois avec du virus fort, qui tuait en trente-six heures tous les moutons témoins, ces sujets ont tous résisté; aucun même n'a été sensiblement malade, après les réinoculations.

» L'atténuation, ainsi obtenue, s'est, dans une série, transmise intégralement aux cultures de deuxième génération entreprises à la température + 36°, 37°, sous pression normale.

» Une autre constatation du même ordre m'a étonné au point de laisser dans mon esprit une certaine défiance. Dans les conditions ordinaires, le sang du cobaye mort de fièvre splénique est habituellement très virulent pour le mouton. Mais si le sang est pris sur des sujets qui ont succombé après l'inoculation d'un virus cultivé sous pression et franchement inactif sur le mouton, ce sang peut être inoculé impunément aux animaux de l'espèce ovine. Cette innocuité s'est manifestée dans deux séries d'expériences comprenant chacune quatre sujets. Aucun de ces huit moutons n'a succombé, après avoir reçu, sous la peau de la cuisse, une quantité notable de sang étendu de bouillon, en provenance de cobayes qui avaient survécu trente-six heures à peine à une inoculation de spores cultivées dans l'oxygène comprimé. J'ajoute que ces huit animaux ont résisté à toutes les inoculations de virus fort pratiquées ultérieurement.

» J'ai encore constaté, dans cette série d'études, un autre fait fort important. Ces cultures, dont l'atténuation est si sûre qu'elles ne font périr aucun mouton, et l'activité si grande qu'elles confèrent l'immunité la plus solide, jouissent encore d'un autre très grand avantage, celui de conserver cette activité pendant plusieurs mois. Ainsi, je possède des liquides de cultures dont l'inoculation, après six, dix et même quinze semaines, engendre aussi sûrement l'immunité qu'au moment même de leur préparation; ces liquides ont, du reste, conservé de même leur aptitude à tuer le cobaye adulte en trente-six, quarante heures.

» J'ai pu constater enfin que l'inoculation des liquides de cultures atténuées par l'oxygène comprimé est encore plus innocente et tout aussi efficace sur le bœuf que sur le mouton.

» D'autres virus ont été également atténués par l'oxygène comprimé. Les cultures de rouget sont au nombre de celles qui subissent le plus sûrement et le plus facilement l'influence atténuante de cet agent.

» Tous ces faits autorisent de grandes espérances relativement aux applications pratiques de l'emploi de l'oxygène comprimé comme méthode générale d'atténuation des virus.

» A l'égard du rouget, je me tiendrai dans la plus grande réserve, jusqu'à ce que la multiplicité des faits en ait prouvé solidement la constance. Je ne m'attends pas à être beaucoup plus heureux que ne l'a été M. Pasteur avec l'utilisation de l'ancienne méthode de l'atténuation des virus par leur passage sur des espèces animales différentes; mais je suis disposé à être plus confiant dans le succès pour le sang de rate. J'espère que mes études ultérieures m'amèneront à déterminer bientôt les conditions à l'aide des-

quelles on pourra, sans embarras, rendre usuelle la fabrication du virus si précieusement atténué, que je n'ai obtenu jusqu'à présent qu'en très petite quantité dans des expériences de laboratoire. La belle conquête de M. Pasteur s'enrichirait alors de très grands avantages : 1° immunité communiquée par une seule inoculation préventive; 2° néanmoins très grande sécurité de l'inoculation; 3° faculté d'employer les cultures atténuées longtemps après leur préparation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de la conicine en propylpyridine; régénération de la conicine.* Note de M. **A.-W. Hofmann.**

« En poursuivant mes recherches sur la conicine, j'ai fait quelques observations que je m'empresse de communiquer à l'Académie.

» Dans le but d'ajouter de l'hydrogène à la conicine $C^8H^{17}Az$ pour la transformer en octylamine $C^8H^{19}Az$, j'ai distillé le chlorhydrate de la première base avec du zinc en poussière.

» Il passait à la distillation une quantité notable d'une base colorée légèrement en jaune, tandis qu'il se dégageait de l'hydrogène mélangé de traces d'un carbure d'hydrogène. L'hydrogène se dégageant au lieu de se combiner à la conicine, il était évident qu'on n'avait pas réussi à effectuer la transformation cherchée. L'expérience, en outre, ayant montré qu'il se séparait plus d'hydrogène que n'en renfermait l'acide chlorhydrique du chlorhydrate, on pouvait conclure que la base distillée renfermait moins d'hydrogène que la conicine. L'odeur particulière ressemblant, d'ailleurs, à celle des bases pyridiques, on était en droit de supposer la formation de la base $C^8H^{11}Az = C^8H^{17}Az - 6H$, c'est-à-dire d'une base qui est à la conicine ce qu'est la pyridine à la pipéridine.

» L'expérience a confirmé cette prévision. Le liquide distillé renferme une quantité notable, 25 à 30 pour 100, de cette base à laquelle je donnerai le nom de *congrine*. Il y avait d'abord quelques difficultés à séparer la congrine de la conicine ; ces deux bases possèdent à peu près le même point d'ébullition; mais les chlorhydrates de ces deux bases présentant des propriétés assez différentes, on est bientôt parvenu à obtenir la congrine à l'état de pureté.

» La congrine pure est un liquide incolore d'une fluorescence bleuâtre, surtout à la lumière solaire. Elle possède une odeur particulière qui rappelle celle de la pyridine ou de la picoline, mais elle est moins pénétrante.

La congrine est plus légère que l'eau; elle bout entre 166° et 168°, sous une pression de $0^m,758$.

» La congrine se dissout facilement dans tous les acides. Les sels simples sont extrêmement solubles et ne cristallisent que difficilement. Les sels doubles, au contraire, forment de beaux cristaux. Le sel platinique cristallise en feuilles quadrilatères d'une couleur orange. Il se dissout facilement dans l'eau et peut en être obtenu en magnifiques cristaux. Le sel d'or forme des aiguilles jaunes facilement solubles dans l'eau et dans l'alcool.

» La composition de la congrine est représentée par la formule

$$C^8H^{11}Az.$$

Celle du composé platinique par la formule $2(C^8H^{11}Az\text{-}HCl)PtCl^4$.

» L'action de l'iodure de méthyle sur la congrine a démontré que cette base appartient bien à la série pyridique. En effet, les deux substances agissent l'une sur l'autre, même à la température ordinaire. Opère-t-on dans un tube scellé, la réaction est terminée en très peu de temps. On obtient l'iodure d'une base d'ammonium qui, très facilement soluble dans l'eau, en est précipité par l'action d'une solution alcaline concentrée à l'état d'une huile épaisse. En le chauffant avec de la soude caustique solide, il se dégage une odeur pénétrante excitant les muqueuses du nez. Cette odeur, très caractéristique, qui appartient à une série de corps que j'ai signalés, il y a quelques années [1], et qui se forment par l'action des alcalis sur les bases d'ammonium obtenues en combinant les différents termes de la série pyridique avec des radicaux alcooliques, permet de reconnaître facilement les bases pyridiques.

» On peut transformer l'iodure obtenu par l'action de l'iodure méthylique sur la congrine en chlorure au moyen du chlorure d'argent. En évaporant la solution, on obtient un résidu d'une consistance sirupeuse, qui, dans le vide, se prend en une masse cristalline. Le chlorure est précipité par le chlorure platinique. L'analyse du beau sel platinique ainsi formé a permis d'établir la composition de la congrine méthylique. Cette dernière est représentée par la formule $2(C^8H^{11}Az\text{-}CH^3Cl)PtCl^4$.

» Des bases de la formule $C^8H^{11}Az$, c'est-à-dire de la composition de la congrine, ont été déjà signalées par plusieurs chimistes. Outre l'α-collidine extraite des huiles animales par M. Anderson [2], il y a la β-collidine ob-

---

[1] Hofmann, *Berl. Berichte*, t. XIV, p. 1497.

[2] Anderson, *Ann. Chem. Pharm.*, t. XCIV, p. 360.

tenue par M. Greville Williams ([1]), en traitant la cinchonine par la soude caustique et les collidines aldéhydiques, fournies d'après MM. Baeyer et Ador ([2]), par l'action de la chaleur sur l'aldéhyde ammoniacale, et, d'après M. Kraemer ([3]) par l'action du chlorure d'éthylidène sur l'ammoniaque. Mais toutes ces bases ont un point d'ébullition supérieur à celui de la congrine. Le point d'ébullition a été observé pour l'$\alpha$-collidine et la $\beta$-collidine à 179°-180°; pour l'aldéhydine, à 180°-182°, et enfin, pour la paracollidine, à 220°-230°. En outre, la fluorescence bleue qui caractérise la congrine n'est mentionnée nulle part.

» Dans ces derniers temps, MM. Cahours et Étard ([4]) ont découvert encore une collidine qui se forme en faisant passer des vapeurs de nicotine à travers des tubes chauffés au rouge. Celle-ci, comme la congrine, bout à 170°, mais elle possède une grande tendance à se polymériser, propriété qui n'appartient pas à la congrine. D'ailleurs, il n'était pas difficile de décider s'il y avait, ou bien identité, ou seulement isomérie entre les deux bases : on n'avait qu'à les oxyder. En oxydant le dérivé nicotique, MM. Cahours et Étard ont obtenu l'acide pyridinicarbonique (acide nicotique), qui a été préparé par M. Laiblin ([5]) en partant de la nicotine elle-même. La congrine aussi s'oxyde très facilement à l'aide du permanganate de potasse. On obtient de même un acide pyridinicarbonique; ce n'est pas l'acide nicotique, mais bien son isomère, l'acide picolique, qui a été découvert par M. Weidel ([6]) en oxydant la picoline. On a identifié les deux acides en comparant le point de fusion, qui est le même pour les deux, soit 134°.

» Pour le moment, je n'essayerai pas d'expliquer la production singulière de la congrine en partant de la conicine. Je me bornerai à faire observer qu'on obtient un résultat analogue en soumettant la conicine à l'action du chlorure de zinc. Peut-être cette réaction contribuerait-elle à dévoiler la nature de quelques alcaloïdes dont la constitution n'est pas encore établie. En effet, la nicotine, par exemple, subit une transformation

---

([1]) Greville Williams, *Journ. für pr. Chemie.*, t. LXVI, p. 334.
([2]) Baeyer et Ador, *Ann. Chem. Pharm.*, t. CLV, p. 264.
([3]) Kraemer, *Berl. Berichte*, t. III, p. 202.
([4]) Cahours et Étard, *Comptes rendus*, 1881, p. 1079.
([5]) Laiblin, *Ann. Chem. Pharm.*, t. CXCVI, p. 134.
([6]) Weidel, *Berl. Berichte*, t. XII, p. 1989.

analogue. Il se dégage de l'hydrogène, tandis qu'il se forme une base appartenant à la série pyridique. Je me propose de continuer ce genre de recherches.

» Quant à la conicine elle-même, sa transformation en congrine fixe d'une manière assez nette le rapport entre cette base et la série pyridique. L'existence d'un rapport semblable avait été entrevue par plusieurs chimistes, notamment par M. Wischnegradsky; mais on n'avait pas encore réussi à l'établir par l'expérience.

» Aujourd'hui ce rapport n'est plus douteux. En considérant la transformation de la congrine en un acide piridinimonocarbonique, l'acide picolique, on ne saurait plus nier la présence du groupe propylique (isopropylique) dans la congrine, et par suite aussi dans la conicine. En même temps ces expériences fournissent quelques indications sur la position du radical propylique. Les recherches intéressantes de MM. Skraup et Cobenzl [1] sur les deux naphtoquinolines ont démontré avec un haut degré de vraisemblance que l'azote et le groupe carboxyle se trouvent en juxtaposition dans l'acide picolique. Il s'ensuit que la congrine est l'*ortho-propylpiridine* ou l'*ortho-propylpyridine hexahydrogénée*.

» Il était naturellement d'un intérêt spécial de régénérer la conicine de la base pyridique. Dans ce but, de la congrine, dont la pureté absolue avait été constatée par l'expérience, fut soumise à l'action de l'acide iodhydrique concentré à une température de 280° à 300° dans un tube scellé à la lampe. Il est resté un peu de congrine non attaquée, ce qui a toujours lieu dans les procédés de réduction de ce genre. Mais on a pu séparer sans difficulté la conicine, dont le chlorhydrate cristallise facilement, tandis que le sel congrique est difficile à obtenir à l'état de cristaux.

» Comme il y a toujours, mêlée à ces cristaux, une petite quantité de chlorhydrate d'ammoniaque dont le produit complémentaire est l'octane, on a séparé la conicine par un alcali; séchée sur la potasse caustique solide et soumise à la distillation, elle a présenté un point d'ébullition se fixant entre 167° à 168°. Le liquide incolore possédait l'odeur caractéristique de la conicine, odeur complètement différente de celle de la congrine. Traitée par l'acide chlorhydrique, cette base a donné un chlorhydrate en cristaux radiaux permanents à l'air. On l'a purifié par une seconde cristallisation dans l'alcool absolu. Soumis à l'analyse, ce chlorhydrate, qui pouvait ren-

(1) SKRAUP et COBENZL, *Monatshefte für Chemie*, 1884, p. 436.

fermer encore une trace de chlorhydrate d'ammoniaque, a fourni les chiffres suivants :

| | Sels de congrine. | Sels de conicine. | Expérience. |
|---|---|---|---|
| Carbone | 60,95 | 58,71 | 58,09 |
| Hydrogène | 7,62 | 11,01 | 11,09 |

» Le chlorhydrate de la conicine régénérée formait avec le chlorure de platine et le chlorure d'or des combinaisons cristallisées.

» Il y avait encore un intérêt particulier à constater l'identité de l'action physiologique de la conicine extraite directement de la plante avec celle qui avait été préparée artificiellement.

» Des expériences faites par moi et par mon collègue et ami M. Hugo Kronecker, de l'Institut physiologique de l'Université, sur des grenouilles et sur des lapins, nous ont démontré l'identité parfaite d'action de ces deux substances.

» Par la transformation en conicine d'une base appartenant à la série pyridique, il n'y a pas à conserver le moindre doute sur la réalisation de cette synthèse. Il reste maintenant à préparer l'orthopropylpyridine au moyen de la pyridine, préparation qu'on ne manquera pas d'achever par les procédés que j'ai employés avec succès pour introduire des radicaux alcooliques dans l'aniline et les bases homologues.

» En terminant, qu'il me soit permis d'exprimer mes remerciements les plus sincères à M. Ehestadt, dont le zèle et l'habileté ne m'ont pas manqué pendant l'exécution de ce travail. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1884.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

*Prix Bordin* (*Etude générale du problème des déblais et remblais de Monge*) : MM. Bertrand, Hermite, Darboux, Jordan et Bouquet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. O. Bonnet et Resal.

*Prix Francœur :* MM. Bertrand, Jordan, Hermite, Ossian Bonnet et Dar-

boux réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouquet et Lévy.

*Prix extraordinaire de six mille francs* (*Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales*) : MM. Dupuy de Lôme, Jurien de la Gravière, Pâris, Bouquet de la Grye et de Jonquières réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Tresca.

*Prix Poncelet* : MM. Phillips, Hermite, Bertrand, Jordan et Tresca réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Darboux et Ossian Bonnet.

*Prix Montyon* (*Mécanique*) : MM. Phillips, Tresca, Resal, Rolland et Lévy réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Jordan et Haton de la Goupillière.

*Prix Plumey* : MM. Dupuy de Lôme, Jurien de la Gravière, Tresca, Lévy et Haton de la Goupillière réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Jonquières et Bouquet de la Grye.

## MÉMOIRES LUS.

M. P. Calliburcès donne lecture d'un Mémoire portant pour titre : « Recherches expérimentales sur l'influence du traitement pneumatique, par courant d'air non purifié et à la température ordinaire, sur la fermentation des jus sucrés ».

Le Mémoire de M. Calliburcès est renvoyé à l'examen de MM. Peligot, Thenard, Schlœsing.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Vice-Amiral Cloué informe l'Académie du prochain départ des bâtiments de la Station de Terre-Neuve et appelle l'attention de l'Académie sur les services que les officiers de marine seraient en état de rendre à la Science s'ils recevaient des instructions précises pour l'observation des phénomènes météorologiques et magnétiques.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. W. **Monserratte** soumet au jugement de l'Académie une Communication relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. S. **Vilallongue** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. **Bloch** adresse, pour le Concours de Physiologie expérimentale de la fondation Montyon, un travail manuscrit intitulé : « Expériences nouvelles sur la vitesse du courant nerveux sensitif chez l'Homme ». Ce Mémoire est accompagné d'extraits du « Journal d'Anatomie et de Physiologie », publié par MM. Ch. Robin et G. Pouchet.

(Renvoi à la Commission du prix de Physiologie expérimentale.)

Un **Anonyme** adresse, pour le Concours Bréant, un Mémoire manuscrit portant pour épigraphe : « Les maladies sporadiques ne peuvent se développer que par la présence et l'évolution vitale de leur germe propre ».

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. **Bernard** adresse, pour le Concours de Statistique, une « Statistique médico-démographique de Cannes pendant la période septennale 1877-1883 ».

(Renvoi à la Commission du prix de Statistique.)

M. D. **Tommasi** adresse la liste de ses travaux scientifiques pour le Concours du prix Jérôme Ponti.

(Renvoi à la Commission du prix Jérôme Ponti.)

## CORRESPONDANCE.

MM. **H. Becquerel, G. Bigourdan, Ch. Brame, O. Callandreau, A. Certes, M. Deprez, Duroy de Bruignac, H. Filhol, Fontannes, L. Francq, A. Germain, Grand'Eury, Guelliot, Halphen, Hatt, J. Klein, Layet, Ed. Lescarbault, Ch. Magnier, J. Morin, H. Napias, Nocard, P. Regnard, H. Roger, Roux, Strauss, V. Tatin, A. Taurines, Thévenot,**

G. **Tissandier**, L. **Vaillant**, E. **Vallin**, H. **Viallanes**, Aug. **Voisin** adressent leurs remerciements à l'Académie pour les récompenses dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. **Tisserand**, en annonçant à l'Académie le décès de M. *Brassinne*, rappelle quelques-uns des travaux qui avaient acquis à ce savant une réputation méritée.

On lui doit plusieurs Mémoires intéressants, sur l'Algèbre et sur la Mécanique, et un Précis des Œuvres mathématiques de Fermat et de l'Arithmétique de Diophante; comme professeur à l'École d'Artillerie de Toulouse, M. Brassinne avait été conduit à étudier la Balistique d'une façon particulière, et il avait fait sur ce sujet des travaux importants. Versé dans la littérature et les arts, M. Brassinne était d'un commerce agréable; à Toulouse, où s'est écoulée presque entièrement sa longue carrière, il était entouré de l'estime publique et aimé de tous ceux qui avaient été à même de le connaître et de l'apprécier.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (236), *découverte à Vienne par M.* J. Palisa *le* 26 *avril* 1884, *faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

| Dates 1884. | Étoiles de comparaison. | Grandeurs. | Ascension droite Planète — ⋆. | Déclinaison Planète — ⋆. |
|---|---|---|---|---|
| | | | m s | |
| Avril 28 ......... | a 24295 Lalande. | 7 | +1.26,81 | −8.22,5 |
| 29 ......... | a Id. | » | +0.46,26 | −2.42,7 |
| 30 ......... | a Id. | » | +0. 8,41 | +2.30,3 |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Dates 1884. | Étoiles de comp. | Ascens. droite moy. 1884,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moy. 1884,0. | Réduction au jour. | Autorité. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | | |
| Avril 28.... | a | 12.57.55,70 | +2,54 | − 3. 2.18,3 | −13,2 | 4 obs. mérid. Paris. |
| 29.... | a | Id. | +2,54 | Id. | −13,1 | Id. |
| 30.... | a | Id. | +2,53 | Id. | −13,1 | Id. |

*Positions apparentes de la planète.*

| Dates 1884. | Temps moyen de Paris. | Ascens. droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parallaxe. | Nombre de comp. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | ° ′ ″ | | |
| Avril 28....... | 9.58.29 | 12.59.25,05 | $\bar{2}$,573*n* | − 3.10.54,0 | 0,842 | 21:14 |
| 29....... | 11.54. 8 | 12.58.44,50 | $\bar{1}$,167 | − 3. 5.18,4 | 0,840 | 9:6 |
| 30....... | 12.33.55 | 12.58. 6,64 | $\bar{1}$,330 | − 3. 0. 1,1 | 0,838 | 14:18 |

ASTRONOMIE. — *Détermination des éléments de rotation du Soleil.* Lettre de M. **Spoerer** à M. Faye.

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de vous transmettre, et qui traite de la détermination des éléments de rotation du Soleil, je me suis servi d'un résultat de vos recherches sur les taches solaires, savoir que leur mouvement propre en latitude peut être représenté par une sinusoïde.

» En admettant cette loi, il resterait encore à expliquer le fait que les taches des régions équatoriales se dirigent principalement vers l'équateur, tandis que prédomine, dans les hautes latitudes, le mouvement vers les pôles. On pourrait dire que, dans le premier cas, on observe surtout la branche descendante, et, dans le deuxième cas, la branche ascendante de la courbe, et que, sans qu'on en puisse assigner la cause, les taches sont cachées derrière le disque du Soleil quand elles se trouvent sur l'autre branche de la sinusoïde.

» J'ai cherché les meilleures méthodes de déterminer les éléments de rotation du Soleil, indépendamment du mouvement des taches en latitude, pour lequel j'admets avec vous qu'il se produit suivant une sinusoïde. D'abord, j'ai procédé pour le cas exceptionnel où la courbure de la sinusoïde serait minime. On reconnaîtrait ce cas à ce que, dans deux périodes successives de rotation, les mêmes latitudes héliocentriques correspondraient aux mêmes longitudes. Il serait en effet peu probable que la tache eût, malgré cette circonstance, un mouvement en latitude, et que la période de ce mouvement fût exactement égale à la durée de rotation. Dans mes observations, je n'ai rencontré aucune tache qui remplît suffisamment cette condition.

» Si l'on voulait déduire de nombreuses taches le nœud ☊ et l'inclinaison $i$, et prendre ensuite la moyenne des valeurs obtenues, on ne serait pas en droit de conclure que les mouvements négligés des taches individuelles s'élimineraient dans la moyenne.

» Pour une tache observée dans deux périodes successives, on peut calculer pour chacune de ces périodes une courbe des latitudes héliocentriques et la comparer ensuite aux observations, et j'ai développé les équations de condition pour ce cas. Mais, tant que l'on veut rester indépendant de valeurs adoptées de ☊ et $i$, ces équations de condition, tout en fournissant des renseignements sur la marche réelle des latitudes, ne son

pas suffisantes pour déterminer ☊ et $i$; attendu que l'on peut trouver par tâtonnements des valeurs fort différentes qui satisfont à ces équations. Veut-on, d'autre part, se servir d'éléments donnés pour trouver, par exemple, dans quelle longitude la latitude deviendrait maximum ou minimum; les équations deviennent alors déterminées, mais leur solution fournira à peu près les valeurs adoptées de ☊ et $i$.

» Pour les taches qui se trouvent dans les grandes latitudes, les mouvements vers le pôle sont tellement prédominants que l'on peut abandonner l'hypothèse de la sinusoïde et regarder ces mouvements comme proportionnels au temps. Cette supposition fournit une condition dégagée de tout arbitraire et où le résultat ne s'obtient que d'une seule manière. Mais aussi, dans ce cas, il reste une indéterminée dans le problème. Si les courbes que l'on calcule pour les latitudes, dans la première et dans la deuxième période, se coupent en un point du disque solaire tourné de notre côté dans les deux périodes, on obtient à la vérité un point fixe pour lequel le sinus doit avoir la même valeur; mais cette valeur est inconnue et, selon celle que l'on adoptera, on trouvera différentes valeurs pour ☊ et $i$. Dans des cas exceptionnellement favorables, on pourrait peut-être se servir aussi de l'autre point d'intersection qui se trouve derrière le disque du Soleil; mais ce cas ne s'est pas présenté dans mes observations.

» Il s'est trouvé une tache qui restait visible pendant quatre périodes consécutives et pour laquelle j'ai pu observer complètement la sinusoïde des variations en latitude dans toutes ces périodes. J'ai pu déterminer la sinusoïde indépendamment de ☊ et de $i$ à l'aide des points d'intersection des courbes des latitudes, que j'ai obtenus 1° pour la première et la deuxième et 2° pour la deuxième et la troisième période. La sinusoïde ainsi déduite pour les trois périodes satisfait encore aux observations de la quatrième. La détermination de ☊ et de $i$ est devenue indépendante des éléments adoptés antérieurement.

» Cet exemple d'une sinusoïde qui se conserve si longtemps et qui présente un si grand acccord avec les observations vous intéressera certainement. Vous avez découvert la loi de la sinusoïde; quant à moi, j'ai seulement eu l'occasion de déduire une telle sinusoïde indépendamment d'éléments connus et de l'employer ensuite à la détermination de ☊ et de $i$. »

M. Faye fait à ce sujet les remarques suivantes :

« J'ai en effet reconnu autrefois dans les mouvements des taches du Soleil deux inégalités notables qui faisaient croire, à tort, aux anciens

observateurs que ces phénomènes étaient trop capricieux pour se prêter au calcul. L'une est la parallaxe de profondeur, l'autre une sorte de nutation qui fait décrire aux taches une ellipse dont le grand axe est dirigé vers l'un ou l'autre pôle. Quand on tient compte de ces inégalités, la marche des taches devient très régulière, même quand elles durent plusieurs mois. Je suis heureux que M. Spœrer ait tiré si habilement parti de ces deux inégalités et qu'il ait ainsi réussi à obtenir les éléments de la rotation du Soleil avec une exactitude inespérée. Je le remercie d'avoir bien voulu à cette occasion rappeler des travaux dont j'avais autrefois entretenu l'Académie.

» Cette occasion me permet de rappeler la différence d'allure des cyclones solaires (les taches) et des cyclones terrestres (les tempêtes). Ces derniers décrivent sur leurs hémisphères respectifs de vastes paraboles qui les rapprochent sans cesse des pôles, tandis que les premiers sortent à peine de leurs parallèles originaires par des excursions d'amplitude médiocre de forme sinusoïdale. »

GÉOMÉTRIE. — *Propriétés de neuf points d'une courbe gauche du quatrième ordre, de sept points d'une cubique gauche, de huit points associés.* Note de M. **A. Petot**, présentée par M. Darboux.

« On sait faire correspondre géométriquement à un point M se déplaçant sur une surface du second ordre S, donnée par neuf points A, B, C, D, 5, 6, 7, 8, 9, une droite $\omega$ se déplaçant sur un complexe du premier ordre $\sigma$, déterminé par cinq droites $\omega_5$, $\omega_6$, $\omega_7$, $\omega_8$, $\omega_9$ (*Comptes rendus*, p. 728).

» Le même mode de correspondance nous a conduit à une propriété de la courbe gauche du quatrième ordre. Effectivement, si les neuf points A, B, C, D, 5, 6, 7, 8, M appartiennent à une même courbe gauche du quatrième ordre (S, S'), toutes les surfaces du second ordre qui passent par les huit premiers passent par le neuvième; par suite, tous les complexes du premier ordre qui contiennent les droites $\omega_5$, $\omega_6$, $\omega_7$, $\omega_8$ contiennent aussi la droite $\omega$, ce qui exige que les cinq droites $\omega_5, \dots, \omega$ appartiennent à une même congruence du premier ordre ($\sigma$, $\sigma'$).

» Cette condition est d'ailleurs suffisante; en effet, quand M est un point quelconque de l'espace, la droite $\omega$ est située sur un complexe particulier du second ordre $\sigma_2$, complexe des droites rencontrées par les faces d'un tétraèdre fixe $\theta$ suivant un rapport anharmonique constant; dès lors, les cinq

droites $\omega_5, \ldots, \omega$ doivent être situées sur la surface réglée du quatrième ordre $(\sigma_2, \sigma, \sigma')$; mais, comme elles sont par construction sur $\sigma_2$, il suffit de leur imposer d'appartenir à $(\sigma, \sigma')$. De là résulte un théorème, que nous énoncerons plus loin.

» De même, si les huit points A, B, C, D, 5, 6, 7, 8 sont associés, toutes les surfaces du second ordre qui passent par les sept premiers passent par le huitième; par suite, tous les complexes du premier ordre qui contiennent les droites $\omega_5$, $\omega_6$, $\omega_7$ contiennent aussi la droite $\omega_8$, ce qui exige que les quatre droites $\omega_5, \ldots, \omega_8$ soient quatre génératrices d'un même système d'un hyperboloïde. On démontrerait d'ailleurs, comme plus haut, que cette dernière condition est suffisante.

» Enfin, si la courbe gauche du quatrième ordre (S, S') se dédouble en une cubique gauche et une droite, la surface réglée du quatrième ordre $(\sigma_2, \sigma, \sigma')$ se dédouble en deux hyperboloïdes, l'un inscrit, l'autre circonscrit au tétraèdre $\theta$. On voit d'ailleurs facilement lequel de ces deux hyperboloïdes correspond à la cubique. On obtient ainsi les trois théorèmes suivants :

» Théorèmes I, II et III (Propriétés : 1° de neuf points d'une courbe gauche du quatrième ordre; 2° de huit points associés; 3° de sept points d'une cubique gauche). — *Si, menant arbitrairement par le sommet* D *du tétraèdre* DABC, *qui a pour sommets quatre de ces points, un plan fixe* H *et deux droites fixes* $\lambda$ *et* $\mu$, *on a fait correspondre à tout point* M *de l'espace la droite* $\omega$, *intersection des deux plans menés respectivement par les droites* (H-BCM), (H-ACM) *et par les points* ($\lambda$-ABM), ($\mu$-ABM) :

» 1° *Les cinq droites correspondantes aux derniers points de la courbe gauche appartiennent à une même congruence du premier ordre ;*

» 2° *Les quatre droites correspondantes aux derniers points associés appartiennent à un même système de génératrices d'un hyperboloïde;*

» 3° *Les trois plans menés par chacun des points fixes* (H-BC), (H-AC) *et par les trois droites correspondantes aux derniers points de la cubique se coupent suivant une même droite.*

» Les quatre faces du tétraèdre $\theta$ sont les plans ABC et H, et les deux plans menés respectivement par les droites $\lambda$ et $\mu$ et par les droites (H-ACD), (H-BCD).

» On simplifie beaucoup les applications des théorèmes précédents en choisissant le plan H et les droites $\lambda$ et $\mu$, jusqu'ici arbitraires, de manière que les droites $\omega_5$, $\omega_6$ qui correspondent à deux des points donnés soient concourantes. Il suffit, par exemple, de prendre pour droites $\lambda$ et $\mu$ les

traces des plans ACD, BCD sur le plan (D, 5, 6), et pour plan H un plan mené arbitrairement par le point D et par la trace de la droite (5, 6) sur le plan ABC.

» Voyons maintenant comment se modifient, avec ce choix des éléments $\lambda$, $\mu$, H, les conclusions des théorèmes précédents.

» Pour la courbe gauche du quatrième ordre, si l'on désigne par $\alpha$ le point de rencontre des deux droites $\omega_5$, $\omega_6$ et par G le plan de ces deux droites, on a immédiatement la nouvelle conclusion suivante : *Les traces des trois droites correspondantes aux derniers points de la courbe sur le plan* G *sont en ligne droite; de plus, les trois plans menés par ces lignes droites et le point* $\alpha$ *se coupent suivant une même droite.*

» Pour le groupe de points associés, on a de même : *Les deux droites correspondantes aux derniers points associés sont aussi concourantes; leur point de rencontre est situé dans le plan* G ; *de plus, leur plan passe par le point* $\alpha$.

» Enfin, pour la cubique gauche, la conclusion devient la suivante : *La droite correspondante au dernier point de la cubique passe par le point* $\alpha$.

» D'autre part, quand le point M se déplace sur un plan P, mené arbitrairement par la droite AB, la droite correspondante $\omega$ se déplace en s'appuyant sur les deux droites $\mathcal{L}$ et $\mathcal{M}$, déterminées respectivement par les points fixes (H-BC), (H-AC) et par les traces des droites $\lambda$ et $\mu$ sur le plan P.

» Applications. — Problème I. — *Trouver les deux dernières traces d'une courbe gauche du quatrième ordre* (S, S') *donnée par huit points* A, B, C, D, 5, 6, 7, 8, *sur un plan* P *mené arbitrairement par deux de ces points* A, B.

» On détermine, une fois pour toutes, la droite $\xi$ qui joint les traces des droites $\omega_7$ et $\omega_8$ sur le plan G, et la droite $\eta$ intersection des plans menés par ces mêmes droites et par le point $\alpha$.

» Les deux droites $\omega$ et $\omega'$, correspondantes aux traces cherchées M et M', sont les deux droites qui s'appuient sur les quatre droites $\xi$, $\eta$, $\mathcal{L}$, $\mathcal{M}$.

» On remarque que, sur les quatre droites précédentes, les deux premières sont fixes, et que les deux dernières passent chacune par un point fixe et sont chacune dans un plan fixe; c'est ce qui permet d'obtenir facilement par points l'épure de la courbe (S, S').

» Problème II. — *Trouver la dernière trace d'une cubique gauche, donnée par six points* A, B, C, D, 5, 6, *sur un plan* P *mené arbitrairement par deux de ces points* A *et* B.

» La droite $\omega$, correspondante au point M cherché, est l'intersection des plans menés par le point $\alpha$ et par les droites $\mathcal{L}$ et $\mathcal{M}$.

» PROBLÈME III. — *Mener par un point donné 7 la droite qui s'appuie en deux points sur la cubique gauche* A, B, C, D, 5, 6.

» La droite $\omega_7$ et les quatre traces du plan $(\omega_7 - \alpha)$ sur les faces du tétraèdre $\theta$ enveloppent une conique; les tangentes à cette conique correspondent aux points de la droite cherchée.

» PROBLÈME IV. — *Détermination du huitième point associé aux points* A, B, C, D, 5, 6, 7.

» On considère, dans le plan $(\omega_7 - \alpha)$, la conique tangente à $\omega_7$ et aux quatre traces de ce même plan sur les faces du tétraèdre $\theta$; la droite $\omega$, correspondante au huitième point associé, est la sixième tangente, que l'on peut mener à la conique considérée par le point $(G \cdot \omega_7)$, pris sur l'une des cinq tangentes qui la déterminent. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation linéaire.* Note de M. É. **GOURSAT**, présentée par M. Hermite.

« L'équation de Lamé a été généralisée de différentes façons par un grand nombre de géomètres. Je me propose d'indiquer ici une équation linéaire du troisième ordre qui peut également être envisagée, à un certain point de vue, comme analogue à l'équation de Lamé. Cette équation, ou plutôt une de ses transformées, est de la forme suivante :

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} & x^3(x-1)^3\frac{d^3y}{dx^3} - [Ax + B(x-1)]x^2(x-1)^2\frac{d^2y}{dx^2} \\ & \qquad + [Cx(x+1) + Dx + E(1-x)]x(x-1)\frac{dy}{dx} \\ & \qquad - [Fx^2(x-1) + hx(x-1) + Hx + K(x-1)]y = 0, \end{aligned}\right.$$

A, B, C, D, E, F, H, K ayant les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned} A &= n + n' + n'' - 2, \\ B &= m + m' + m'' - 2, \\ C &= pp' + p'p'' + pp'' + 2p + \frac{5p'}{3} + \frac{4p''}{3} + \frac{20}{9}, \\ D &= nn' + n'n'' + nn'' - \frac{n'}{3} - \frac{2n''}{3} + \frac{2}{9}, \\ E &= mm' + m'm'' + mm'' - \frac{m'}{3} - \frac{2m''}{3} + \frac{2}{9}, \\ F &= -p(p' + \tfrac{1}{3})(p'' + \tfrac{2}{3}), \\ H &= n(n' + \tfrac{1}{3})(n'' + \tfrac{2}{3}), \\ K &= m(m' + \tfrac{1}{3})(m'' + \tfrac{2}{3}); \end{aligned}$$

$m, m', m'', n, n', n'', p, p', p''$ sont des nombres entiers, positifs ou négatifs, dont la somme est nulle, et $h$ un paramètre arbitraire. Cette équation admet, comme on voit, les trois points singuliers $0, 1, \infty$, et les racines des diverses équations déterminantes fondamentales sont :

$$\begin{array}{lll} \text{Pour } x = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots & m, & m' + \frac{1}{3}, \quad m'' + \frac{2}{3}, \\ \text{» } x = 1 \ldots\ldots\ldots\ldots & n, & n' + \frac{1}{3}, \quad n'' + \frac{2}{3}, \\ \text{» } x = \frac{1}{x'} = \infty \ldots\ldots\ldots & p, & p' + \frac{1}{3}, \quad p'' + \frac{2}{3}. \end{array}$$

On peut toujours, par une transformation facile, supposer nuls $m$ et $n$ et $m', m'', n', n''$ positifs ou nuls : c'est ce que je ferai désormais. Si, dans l'équation (1), on fait le changement de variable $x = f(t)$, $f(t)$ étant la fonction doublement périodique de $t$ définie par l'équation différentielle

$$\frac{dx}{dt} = g x^{\frac{2}{3}} (x-1)^{\frac{2}{3}} \tag{2}$$

(voir Briot et Bouquet, *Théorie des fonctions doublement périodiques*, p. 392), on reconnaît aisément que l'intégrale devient une fonction uniforme de $t$, et, par suite, d'après le beau théorème de M. Picard, elle s'exprimera, en général, au moyen de fonctions doublement périodiques de seconde espèce.

» On peut employer, pour effectuer l'intégration, une méthode analogue à celle que M. Hermite a employée pour l'équation de Lamé dans une Lettre à M. Brioschi (*Annali di Matematica*, t. IX, 2e série). En effet, le produit de trois intégrales convenablement choisies de l'équation (1) et, en général, distinctes, est une fonction uniforme dans toute l'étendue du plan et, par suite, un *polynôme*.

» Cette propriété résulte d'une étude du groupe de l'équation (1) que je ne puis qu'indiquer ici. En cherchant les intégrales qui se reproduisent, à un facteur constant près $\omega$, quand on fait décrire à la variable un lacet dans le sens direct autour du point $x = 1$, suivi d'un lacet dans le sens inverse autour du point $x = 0$, on est conduit à une certaine équation du troisième degré $\varphi(\omega) = 0$, dans laquelle le produit des racines est égal à l'unité. Faisant d'abord abstraction du cas où cette équation admettrait la racine triple $\omega = 1$, j'appelle $\omega_1$ une racine simple de l'équation $\varphi(\omega) = 0$. Il y correspond une certaine intégrale $Y_1$ qui se reproduit multipliée par $\omega_1$ quand la variable décrit le chemin précédent. De cette intégrale on peut en déduire d'autres de la manière suivante; si l'on décrit plusieurs lacets successifs dans le sens direct autour du point $x = 0$ en prenant au

point de départ l'intégrale $Y_1$, on engendre trois intégrales $Y_1, Y_2, Y_3$ qui se permutent circulairement dans cet ordre ou dans l'ordre inverse quand on tourne autour du point $x = 0$. De même, en tournant autour du point $x = 1$, on obtient un nouveau système $Y_1, Y'_2, Y'_3$. Si aucun des systèmes $(Y_1, Y_2, Y_3)$, $(Y'_1, Y'_2, Y'_3)$ n'est fondamental, l'équation (1) admettra pour intégrale la racine cubique d'un polynôme. Écartant ce cas particulier, supposons que le système $(Y_1, Y_2, Y_3)$ soit fondamental; alors le groupe de l'équation dérivera de deux substitutions de la forme suivante :

$$(3) \left\{ \begin{array}{l} S(Y_1, Y_2, Y_3 : Y_2, Y_3, Y_1), \\ S'(Y_1, Y_2, Y_3 : \omega_1 Y_2, \ aY_1 + bY_2 + cY_3, \ a'Y_1 + b'Y_2 + c'Y_3). \end{array} \right.$$

Dans le domaine de chacun des points $1$, $\infty$, il existe un groupe de trois intégrales qui se reproduisent respectivement multipliées par les facteurs $1, \alpha, \alpha^2$ ($\alpha$ et $\alpha^2$ désignant les racines cubiques imaginaires de l'unité), quand la variable tourne autour d'un de ces points. Cette condition entraîne entre les coefficients $a, b, c, a', b', c'$ certaines relations que l'on obtient en écrivant que deux équations du troisième degré se réduisent à $b^3 - 1 = 0$; ces relations sont les suivantes :

$$(4) \quad \left. \begin{array}{l} b + c' = 0, \quad a\omega_1 = bc' - bc' \\ a + b' = 0, \quad c'\omega_1 = ab' - ba' \end{array} \right\}, \quad \omega_1(a'c - ac') = 1.$$

» On obtient une solution de ces équations en prenant

$$a = b = b' = c' = 0, \quad \omega_1 a' c = 1.$$

Cette solution est la seule qui convienne, car, si l'on suppose $b$ et $b'$ différents de zéro, les formules (4) montrent que les substitutions $S'$ et $S^{-1}$, appliquées successivement à l'intégrale $b'y - bz$, la changent en $\omega_1(b'y - bz)$, et $\omega_1$ devrait être racine double de l'équation $\varphi(\omega) = 0$, contrairement à l'hypothèse. Le cas où $\varphi(\omega)$ se réduirait à $(\omega - 1)^3$ se discute de la même manière, et en résumé, si l'équation (1) n'admet pas pour intégrale la racine cubique d'un polynôme, les substitutions fondamentales du groupe de l'équation sont les suivantes :

$$S(Y_1, Y_2, Y_3 : Y_2, Y_3, Y_1),$$
$$S'(Y_1, Y_2, Y_3 : \omega_1 Y_2, \omega_2 Y_3, \omega_3 Y_1),$$

$\omega_1, \omega_2, \omega_3$ désignant les trois racines de l'équation $\varphi(\omega) = 0$, qui vérifient la relation $\omega_1\omega_2\omega_3 = 1$. Le produit $Y_1 Y_2 Y_3$ est donc une fonction uni-

forme et, par suite, un polynôme, puisque ce produit reste fini pour toute valeur finie de la variable. Il résulte, en outre, de l'étude du groupe que les dérivées logarithmiques

$$\frac{1}{Y_1}\frac{dY_1}{dx},\quad \frac{1}{Y_2}\frac{dY_2}{dx},\quad \frac{1}{Y_3}\frac{dY_3}{dx}$$

sont racines d'une équation algébrique de genre 1, et, par suite, l'intégrale générale s'exprimera au moyen d'intégrales elliptiques de première et de troisième espèce, ce qui est bien conforme au théorème de M. Picard.

» Connaissant le produit de trois intégrales particulières, M. Halphen a montré (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1408 et 1541; t. XCVIII, p. 134) comment on pouvait achever l'intégration. Ce produit satisfait à une équation linéaire du dixième ordre, et l'on sera ramené à trouver un polynôme dont il est aisé d'avoir le degré *à priori* satisfaisant à cette équation. Si l'équation (1) n'est pas irréductible, il y a un changement de forme analytique pour l'intégrale générale, qui s'exprime toujours au moyen d'intégrales elliptiques.

» Comme vérification, si l'on suppose nuls tous les nombres $m, n, p$, l'équation (1) devient

$$x^2(x-1)^2y''' + (4x-2)x(x-1)y'' + \tfrac{2}{9}(10x^2-10x+1)y' - hy = 0,$$

et l'intégrale générale est

$$y = C_1 e^{\sqrt[3]{h}\int\frac{dx}{x^{\frac{2}{3}}(x-1)^{\frac{2}{3}}}} + C_2 e^{\alpha\sqrt[3]{h}\int\frac{dx}{x^{\frac{2}{3}}(x-1)^{\frac{2}{3}}}} + C_3 e^{\alpha^2\sqrt[3]{h}\int\frac{dx}{x^{\frac{2}{3}}(x-1)^{\frac{2}{3}}}},$$

en supposant $h$ différent de zéro. »

HYDRAULIQUE. — *Remarque relative à la vitesse de propagation de l'intumescence produite dans l'océan Indien par l'éruption de Krakatoa.* Extrait d'une Lettre du 5 mai de M. **Boussinesq** à M. de Saint-Venant.

« Parmi les faits de physique terrestre relatés dans le Rapport de M. l'ingénieur Verbeek sur cette grande éruption d'août 1883, Rapport que vient de faire connaître un Extrait publié par M. Daubrée dans le *Compte rendu* du 28 avril 1884, l'un des plus intéressants est (p. 1024) celui de la vitesse avec laquelle s'est propagée devant *Port-Elisabeth*, situé dans la partie est de la côte australe de l'Afrique, par une profondeur d'eau de 2528$^m$, l'énorme intumescence qu'avait fait naître, autour de l'île de Krakatoa, à l'autre extrémité de l'océan Indien, l'écroulement dans la

mer d'une partie du volcan. Chose, en effet, bien digne de remarque, cette vitesse trouvée de $566^{km}$ à l'heure, et par conséquent de $157^m,22$ à la seconde, confirme pleinement, et l'on peut dire presque exactement, la formule, due à Lagrange,

$$\omega = \sqrt{gH} \text{ (}^1\text{)},$$

de la *célérité* de propagation des longues ondes liquides dont la hauteur est négligeable en comparaison de la profondeur H de l'eau; car la formule usuelle de la gravité,

$$g = 9^m,8057 (1 - 0,002588 \cos 2\lambda),$$

donne, en y portant la valeur $\lambda = -34°$ de la latitude de Port-Elisabeth,

$$g = 9^m,7962;$$

et si l'on fait, en outre, $H = 2528$, il vient

$$\omega = 157^m,37,$$

ce qui ne diffère que d'une manière insignifiante de la valeur $157^m,22$ fournie par l'observation directe. »

MAGNÉTISME. — *Adoption par la Conférence polaire internationale de Vienne des nouvelles unités magnétiques absolues (centimètre, gramme, seconde).* Extrait d'une Lettre de M. **Mascart** à M. le Président de la Commission du cap Horn.

« Parmi les résolutions qu'a prises la Conférence polaire internationale réunie dernièrement à Vienne, il en est une qui me paraît présenter un intérêt général. Le programme rédigé d'abord pour les expéditions indiquait que les déterminations relatives au Magnétisme terrestre devaient être faites avec les unités de Gauss (millimètre, masse du milligramme, seconde). Depuis cette époque, le Congrès international des Électriciens, réuni à

(1) On peut voir, de cette formule, au *Compte rendu* du 18 juillet 1870, p. 186-189, une démonstration élémentaire analogue à celle que Babinet avait donnée, dans des Leçons orales, vers 1830, de celle de la vitesse du son. Elle s'y trouve appliquée à une onde cylindrique se propageant dans un canal prismatique, et décomposable, ainsi, en *ondes planes* verticales transversales : mais, dans un bassin indéfini, chaque portion d'une grande onde circulaire doit affecter la même composition à de grandes distances du centre d'ébranlement.

Paris en 1881, ayant adopté pour les mesures absolues en Électricité et en Magnétisme les unités C.G.S. (centimètre, masse du gramme, seconde), la Conférence de Vienne a été unanime à reconnaître qu'il y avait lieu de tenir compte de cette décision du Congrès de Paris, et elle a également recommandé l'emploi des unités C.G.S. pour la détermination des composantes du Magnétisme terrestre. »

PHYSIQUE. — *Nouvelle méthode pour mesurer l'intensité d'un courant électrique en unités absolues;* par M. **Henri Becquerel.**

« Pour mesurer l'intensité absolue d'un courant électrique, on emploie généralement, soit la boussole des tangentes, soit l'électrolyse d'un sel d'argent. L'usage de la boussole des tangentes exige la mesure très difficile des dimensions exactes de l'appareil; il a le grave inconvénient de rapporter l'intensité cherchée à celle du champ magnétique terrestre, qui n'est jamais bien connue à plus de $\frac{1}{200}$ près, et qui est variable non seulement d'un point à un autre, mais encore d'un instant à l'autre en un même lieu. Aussi préfère-t-on souvent avoir recours à l'électrolyse d'un sel d'argent; l'opération est très délicate à faire avec précision, et le poids d'argent recueilli indique seulement la quantité totale d'électricité qui a traversé le voltamètre. Pour en déduire l'intensité, il faut supposer que le courant a été rigoureusement constant pendant la durée de l'expérience.

» Depuis plusieurs années, j'ai été conduit à mesurer l'intensité absolue d'un champ magnétique ou électromagnétique par l'observation de la rotation du plan de polarisation de la lumière traversant un corps placé dans ce champ [1]. Cette méthode s'applique très facilement à la mesure absolue d'un courant électrique, en se fondant sur le théorème suivant :

» Considérons un courant circulaire d'intensité $i$, et une droite indéfinie passant par son centre et perpendiculaire à son plan. On démontre très simplement que la somme des projections sur cette droite de toutes les actions électromagnétiques exercées sur tous ses points, de $-\infty$ à $+\infty$, est indépendante du rayon du cercle et égale à $4\pi i$. Si, au lieu d'un seul courant, on a une bobine comprenant N tours de fil, et parcourue par un cou-

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1095 (1878), et *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVII (1882).

rant d'intensité $i$, la somme des actions exercées sur tous les points de l'axe, parallèlement à cet axe, sera $4\pi N i$ et ne dépendra que du nombre absolu des tours de la bobine et de l'intensité du courant.

» Cela posé, disposons suivant l'axe de la bobine un tube que nous supposerons d'abord indéfini et plein de sulfure de carbone à 0°C. Supposons, en outre, qu'un rayon de lumière polarisée rectilignement traverse ce tube : l'action du courant donnera lieu à une rotation du plan de polarisation, et si l'on désigne par $\alpha$ la rotation qui correspond, pour les rayons lumineux considérés, à $1^c$ de sulfure de carbone placé dans un champ magnétique égal à l'unité (C.G.S.), la rotation totale au travers du tube sera

$$4\pi N i \alpha.$$

» Pratiquement, on limite le tube par des glaces parallèles, à une petite distance de la bobine. On néglige alors une portion de l'action du courant, qui, pour chaque spire, est représentée par $1 - \cos\omega$, $\omega$ étant l'angle sous lequel on voit, de l'extrémité du tube, le rayon de cette spire. Si l'on calcule cette correction pour la dernière spire de la dernière rangée de fil de chaque bobine, cette valeur $1 - \cos\omega$ donnera une limite supérieure de la différence entre la rotation observée et celle qui correspondrait à une longueur infinie du tube. Si le diamètre de la bobine ne dépasse pas $5^c$, en limitant le tube à $1^m,50$ de part et d'autre de la bobine, la correction n'atteindrait pas 0,0001.

» Généralement on n'a pas besoin d'une approximation aussi grande; on voit donc que, pour réaliser l'expérience, il suffira d'un tube de $1^m,50$ à $2^m$ de long, fermé par des glaces parallèles et plein de sulfure de carbone. Au milieu du tube, on disposera une petite bobine sur les dimensions de laquelle nous allons revenir; puis, aux deux extrémités du tube, on établira un polarimètre à pénombres et un analyseur monté sur un cercle divisé. On éclairera l'appareil avec les rayons jaunes d'une lampe à sodium, et, si l'on observe une rotation R, l'intensité du courant passant dans la bobine sera donnée par la relation

$$i = \frac{1}{4\pi N}\frac{R}{\alpha};$$

il suffit donc de connaître le nombre absolu de tours N du fil de la bobine et la constante $\alpha$. La précision des résultats est subordonnée à celle de la détermination de cette constante.

» J'ai été conduit, il y a plusieurs années, à mesurer ce nombre par l'action directe du magnétisme terrestre, et j'ai obtenu pour la rotation des rayons jaunes D, traversant 1c de sulfure de carbone à la température de 0°C., dans un champ magnétique égal à l'unité C.G.S., le nombre $\alpha = 0',0463$. Les conditions expérimentales ne permettaient pas de répondre d'une approximation supérieure à $\frac{1}{100}$. Je m'occupe actuellement de déterminer ce nombre avec une exactitude plus grande par la méthode même qui fait l'objet de la présente Note.

» Le nombre approché qui vient d'être cité permet d'évaluer l'approximation avec laquelle on peut mesurer l'intensité d'un courant électrique par cette méthode. En faisant usage d'une bobine comprenant 5000 tours, un courant de 1 ampère donnerait une rotation de 291′ environ pour les rayons jaunes D. En renversant le sens du courant, on aurait 582′. Or, dans la mesure optique, on ne peut faire une erreur de 1′, on évalue même facilement 0′,5, de sorte qu'il est très facile d'obtenir une approximation de $0^{amp},001$ dans la mesure de l'intensité. On peut sans grandes difficultés de construction réaliser une approximation encore plus grande, en multipliant le nombre des tours de la bobine.

» Nous avons supposé le sulfure de carbone à la température de 0°C. Si la température est plus élevée, la rotation diminue. La formule de correction indiquée par M. Bichat est $r = r_0(1 - 0,00104t - 0,000014t^2)$. On voit que cette correction est de $\frac{1}{1000}$ environ pour 1°, et, comme on peut facilement connaître la température du sulfure de carbone à moins de 1° près, il n'y aura pas d'erreur appréciable par le fait de la détermination des températures. Il importe de signaler, comme un des grands avantages de cette méthode, que le courant ne traverse pas le corps qui sert à faire la mesure, et qu'il n'apporte pas ainsi directement une perturbation de température inhérente au passage de l'électricité; du reste, il est très facile de préserver le sulfure de carbone de l'échauffement de la bobine.

» Si l'on ajoute enfin que les indications de l'appareil sont instantanées, on verra que cette méthode réunit les avantages des procédés employés jusqu'ici, sans en avoir les inconvénients, puisqu'elle donne des résultats indépendants du magnétisme terrestre, et qu'elle ne comporte aucune mesure des dimensions de l'appareil : il suffit de compter le nombre absolu de tours de la bobine dont on fait usage.

» Cette méthode paraît la plus pratique et la plus exacte pour étalonner les ampèremètres magnéto-électriques, dont l'emploi est si généralement répandu dans les laboratoires et dans l'industrie. »

PHYSIQUE. — *Sur un galvanomètre à mercure.* Note de M. G. Lippmann, présentée par M. J. Jamin.

« Un manomètre à mercure est placé entre les branches d'un aimant fixe, de telle manière que les deux pôles de l'aimant se trouvent à droite et à gauche de la branche horizontale du manomètre.

» Le courant électrique que l'on veut mesurer est amené au mercure de cette branche horizontale, et il le traverse verticalement, c'est-à-dire perpendiculairement à l'axe du tube. Il se produit dès lors une différence de niveau entre les deux branches du manomètre, différence proportionnelle à l'intensité du courant électrique. Dans l'instrument que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, cette différence de niveau est égale à $62^{mm}$ pour un ampère.

» Le système formé par un manomètre à mercure placé sous l'influence d'un aimant constitue donc un galvanomètre d'une construction très simple, et dont les indications sont exactement proportionnelles à l'intensité du courant électrique. La théorie de son fonctionnement est la suivante : la portion de la colonne de mercure parcourue par le courant électrique représente un élément de courant mobile. Cet élément de courant tend à repousser l'aimant placé dans son voisinage, dans une direction déterminée par la règle d'Ampère. Comme l'aimant ici est immobile et que l'élément de courant est mobile, c'est l'élément qui se déplace; la réaction qu'il subit produit une poussée hydrostatique qui se traduit par la dénivellation du mercure. Le mercure s'arrête dès que la pression hydrostatique fait équilibre à la poussée électromagnétique.

» Soient $i$ l'intensité du courant électrique et $p$ la pression hydrostatique mesurée par la dénivellation du mercure. On peut calculer $p$ en fonction de $i$. A cet effet, supposons, ce qui est le cas en réalité, que l'élément de courant ait la forme d'un petit parallélépipède rectangulaire dont la longueur, comptée dans le sens du courant électrique, soit $l$. La force électromagnétique qui tend à déplacer l'élément de courant est égale à

$$Hli,$$

H étant l'intensité du champ magnétique : telle est l'expression de la force. Pour avoir la valeur de la pression hydrostatique $p$, il faut diviser l'expression de la force par l'aire de la surface sur laquelle elle s'exerce. Cette surface est celle d'un côté du parallélépipède; elle a pour dimensions la

longueur $l$ et l'épaisseur $\varepsilon$ du parallélépipède comptée dans la direction des lignes de forces magnétiques; l'aire de cette surface est donc $l\varepsilon$. En effectuant le quotient, on obtient

$$p = \frac{\mathrm{H}\iota}{\varepsilon}.$$

» La sensibilité de l'instrument va donc en augmentant avec l'intensité magnétique et avec la minceur de la colonne de mercure.

» En conséquence, on a armé les pôles de l'aimant de deux masses de fer doux qui arrivent presque en contact l'une de l'autre, et qui ne laissent entre elles qu'une sorte de fente où l'intensité magnétique est considérable et uniforme. Dans cet intervalle se trouve un petite chambre à mercure rectangulaire, qui fait partie de la branche horizontale du manomètre, et qui est parcourue verticalement par le courant électrique. L'épaisseur $\varepsilon$ de la lamelle de mercure parcourue par le courant n'est que de $\frac{1}{10}$ de millimètre.

» La forme et les dimensions de cette lamelle sont telles que la poussée électromagnétique soit la même en tous ses points, et qu'il se produise par conséquent un état d'*équilibre* du mercure, sans tourbillons intérieurs.

» L'appareil est réversible : c'est-à-dire que, si l'on met le mercure en mouvement par une force mécanique, il naît un courant électrique dans le circuit qui réunit les pôles de l'appareil, qui constitue alors un électromoteur. »

PHYSIQUE. — *Variations des propriétés physiques du bismuth placé dans un champ magnétique*. Note de M. **Hurion**.

« Des expériences récentes de M. Leduc [1], qu'il est assez facile de répéter, montrent que, si l'on place une lame de bismuth dans un champ magnétique et normalement aux lignes de force, les surfaces équipotentielles d'un courant traversant la lame se trouvent déviées de leur direction primitive, d'où il suit que la constitution physique du métal se trouve altérée. Cette altération peut se traduire par d'autres effets, notamment par l'action sur la lumière polarisée.

» Les recherches du Dr Kerr [2] ont appris qu'un miroir d'acier placé entre les pôles d'un électro-aimant fait tourner d'un certain angle le plan

(1) *Journal de Physique*, 2e série, t. III, p. 133.

(2) *Philosophical Magazine*, mai 1877.

de polarisation d'un rayon incident normal lorsqu'on anime l'électro-aimant; la rotation s'effectue en sens inverse de la direction du courant qui produit l'aimantation. Le bismuth jouit de propriétés semblables, ainsi qu'il résulte des expériences suivantes.

» On se procure un miroir dont la surface réfléchissante est constituée par du bismuth en coulant ce métal fondu sur une lame de verre, chauffée ainsi que le fait M. Righi [1]; la lame de verre portant une mince couche de métal est placée entre les pôles d'un électro-aimant de Faraday. Les armatures de l'électro-aimant sont percées d'un trou central; l'une d'elles est plate et l'autre conique, et la lumière arrive par le trou de cette dernière. Le rayon réfléchi normalement revient dans sa direction primitive et rencontre sous un angle de 45° une glace non étamée qui laisse passer la lumière directe et rejette latéralement le rayon réfléchi. La lumière incidente traverse le système polarisant d'un saccharimètre Laurent et la lumière réfléchie est reçue dans l'analyseur du même appareil. L'électro-aimant peut être traversé tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, par le courant d'une machine Gramme type d'atelier.

» On observe que le plan de polarisation du rayon réfléchi est dévié d'environ 30′ quand on renverse le sens du courant; la rotation est de même sens que le courant qui produit l'aimantation. Il est clair que l'effet observé est dû en partie à l'action de la lame de verre.

» Pour tenir compte de cette dernière action, on peut enlever le bismuth sur une petite portion de la lame de verre et, plaçant l'analyseur à l'autre bout de l'appareil, étudier le rayon transmis; on trouve que le plan de polarisation de la lumière qui a traversé le verre tourne de 24′ quand on change le sens du courant; la rotation a lieu, comme on sait, dans le sens du courant. Or, dans la première expérience, la lame de verre étant traversée deux fois par la lumière aurait dû produire une rotation de 48′; l'observation a donné 30′ : on doit en conclure que le bismuth a fait tourner le plan de polarisation de 18, en sens contraire du courant qui anime l'électro-aimant. On peut comparer ce résultat avec l'effet produit par un miroir d'acier placé dans les mêmes conditions : l'expérience indique une rotation de 22′ en sens contraire du courant de l'électro-aimant. Si l'on recouvre le miroir d'acier de la lame de verre qui portait le miroir de bismuth, on observe une rotation de 28′ dans le sens du courant, d'où l'on peut conclure qu'on aura l'effet propre de la lame de verre en ajou-

---

[1] *Journal de Physique*, 2e série, t. III, p. 127.

tant à cette rotation celle que produit directement l'acier, ce qui donne pour l'effet de la lame 50′ au lieu de 48′, nombre trouvé plus haut; la vérification est donc satisfaisante. Des expériences, actuellement en cours d'exécution, m'ont montré que la résistance électrique du bismuth augmente quand il est placé dans un champ magnétique. »

PHYSIQUE. — *Sur les coefficients de dilatation des gaz élémentaires.* Note de M. **J.-M. Crafts.**

« Dans une récente Communication à l'Académie, M. Berthelot établit un parallèle entre les échelles thermométriques fondées sur les quantités de chaleur absorbées par les gaz élémentaires et celles basées sur la dilatation ou l'augmentation de tension des mêmes gaz, et il montre combien peu les deux échelles marchent ensemble, surtout aux températures élevées.

» M. Berthelot, citant M. V. Meyer et acceptant pour son argumentation l'hypothèse moléculaire, admet que la dilatation du chlore fait supposer que le nombre des molécules (dernières particules) « réputé égal » vers zéro à celui des molécules de l'azote et de l'hydrogène soit devenu » une fois et demie aussi considérable à 1600° »; et il fait remarquer que c'est précisément ce même gaz élémentaire, qui se distingue par une grande variation de son coefficient de chaleur spécifique. Le chlore présente déjà avant 200° le phénomène d'une absorption excessive de chaleur, qui laisse seulement une proportion de $\frac{1}{3}$ à 200° et de $\frac{1}{5}$ vers 1800°, pour la fraction d'énergie représentant les mouvements de translation des molécules.

» On voit bien que les mesures de la chaleur spécifique sont immédiatement appelées à révéler la condition moléculaire des corps à des températures trop élevées pour la mesure directe de la dilatation, si une corrélation est établie entre la dilatation excessive, qui correspondrait à une augmentation du nombre des dernières particules d'un gaz, et l'absorption anormale de chaleur, qui soutient l'accroissement des forces vives de rotation et de vibration des particules; c'est un projet d'étude du plus haut intérêt et qui ouvre à la Science un nouveau domaine, touchant à celui occupé par l'Analyse spectrale.

» Je demande à l'Académie la permission de suivre le raisonnement si nettement posé par M. Berthelot en y apportant la rectification d'un fait.

» Il est probable que la densité relative du chlore est très notablement

diminuée à 1600°, mais aucune mesure directe n'a été faite à cette température; M. V. Meyer a reconnu qu'il s'est trompé dans ses premières estimations de température, et il a adopté depuis une méthode proposée par M. F. Meier et moi dans les *Comptes rendus* (t. XC, p. 606), qui est applicable à de plus hautes températures que la méthode de MM. Deville et Troost, parce que le ballon de porcelaine n'est pas exposé à des différences de pression. Un vase en porcelaine de Bayeux est tellement ramolli à 1500°, point de fusion du palladium, que les expériences deviennent très difficiles.

» On trouvera, dans une Communication de M. V. Meyer à la Société chimique de Berlin (t. XV, p. 2769) et dans quelques remarques faites par moi sur le même sujet (t. XVI, p. 457), les chiffres admis à présent pour la densité du chlore. Jusqu'à 1200°, la densité du chlore est normale et invariable, comparée à celle de l'air aux mêmes températures. La densité à 1400°, qui est 0,84 de la densité normale, a été obtenue par une méthode moins précise; et, quoique ce chiffre soit probablement exact, il s'adapte moins à cette discussion, parce qu'il correspond à une tension plus faible qu'une atmosphère.

» En examinant les conclusions qu'on peut tirer de ces faits, on voit qu'elles nous disposent en faveur de l'échelle des thermomètres à gaz ordinairement admise comme étalon arbitraire. En effet, dès qu'on trouve que les perturbations dans la dilatation du chlore ne commencent qu'à 1000° au-dessus du point où apparaissent des variations dans son coefficient de chaleur spécifique, rien ne prouve que la dilatation de l'hydrogène ne soit pas régulière jusqu'à 2000° ou même plus loin, c'est-à-dire bien au delà des limites accessibles aux expériences directes.

» Une corrélation n'est pas établie entre les variations des coefficients de dilatation et celles des coefficients de chaleur spécifique des gaz.

» Les expériences de Sir W. Thomson et M. Joule sur la chaleur dégagée par le passage des gaz à travers les corps poreux démontrent que l'on doit préférer comme thermoscopes les gaz de faible densité.

» Suivant les hypothèses généralement admises, les faits relatifs à la dilatation des gaz simples seraient interprétés comme indiquant le même état moléculaire pour l'hydrogène, l'azote, l'oxygène et le chlore jusqu'à 1200°. A partir de ce point, une dilatation anormale du chlore fait admettre qu'il y a une augmentation relativement aux autres gaz, dans le nombre de ses dernières particules, que l'on peut attribuer à une dissociation chimique; mais, déjà à 200°, cette dissociation est préparée par un travail phy-

sique, qui absorbe des quantités croissantes de chaleur sans contribuer à une dilatation anormale.

» La dilatation du brome fait croire qu'une dissociation semblable commence à une plus basse température, et pour l'iode le phénomène passe par toutes ses phases à des températures abordables. Dans ce dernier cas, la dissociation a le caractère qui distingue les actions chimiques, c'est-à-dire simplicité de rapports numériques, et, au lieu de s'arrêter aux deux tiers, rapport qui ne se prêterait pas à une interprétation facile, la molécule semble se diviser en deux atomes et le coefficient de dilatation devient de nouveau constant.

» Si la désagrégation moléculaire, que M. Berthelot trouve indiquée par l'accroissement du coefficient de chaleur spécifique, augmente le nombre des dernières particules, comme le ferait une dissociation chimique, on est obligé d'admettre que, pendant un long intervalle de température, les nouvelles molécules se rapprochent de manière que le coefficient de dilatation reste constant, et que cette proportion subsiste à toutes les températures au-dessous de 1200°, nonobstant que la séparation ou désagrégation moléculaire, indiquée par les mesures thermiques pour une température donnée, est arrivée à une phase bien différente pour chaque élément. Il paraît plus simple d'admettre que la chaleur puisse faire accroître les forces vives des particules qui forment les molécules longtemps avant de les séparer.

» Si l'on prend une définition de température, qui suppose un coefficient de dilatation des gaz progressivement variable, on est encore appelé à concilier une hypothèse, inutilement compliquée, avec la simplicité apparente des phénomènes.

» Il est probable que l'état le plus simple de la matière se rencontre aux plus hautes températures. Est-ce l'état atomique? ou bien ce qu'on appelle provisoirement l'*atome* serait-il une combinaison? Est-ce que les corps dits élémentaires se décomposent?

» Les recherches de Thermochimie et d'Analyse spectrale nous donneront peut-être la réponse à ces questions; mais jusqu'à présent les méthodes proposées pour l'interprétation des faits ne paraissent pas assez sûres pour déplacer, et encore moins remplacer, des conceptions comme la loi d'Avogadro, ni des classifications comme celles de Gerhardt. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur les divers rendements théoriques que l'on doit considérer dans les machines à vapeur d'eau.* Note de M. P. **Charpentier**, présentée par M. Debray.

« Nos études antérieures [1] sur le rendement organique pratique maximum des moteurs à vapeur d'eau, et sur la détente *adiabatique* de ce fluide, nous amènent à établir ce qui se passerait, au point de vue du rendement, dans l'hypothèse d'une détente rigoureusement adiabatique.

» Nous utiliserons les différents nombres que nous avons établis précédemment et qui donnent les valeurs de $\psi$ et de $\mu$ utiles à considérer dans les divers cas de la pratique industrielle. C'est en analysant ainsi, avec les données actuelles de la Science, les divers phénomènes qui s'accomplissent dans les machines que l'on pourra, pensons-nous, d'une part bien spécifier quels sont les points faibles susceptibles d'être améliorés, d'autre part ouvrir la voie aux recherches ayant pour but de trouver le moyen pratique d'améliorer le rendement.

» Continuant à adopter les mêmes notations, appelons $K^r$ la chaleur totale contenue à la fin de la détente dans le mélange de vapeur et d'eau $\psi + (\nu\gamma_t - \psi)$; cette chaleur est différente de celle que nous avons déjà désignée par $K^e$, puisqu'il s'agit ici d'une détente théoriquement adiabatique.

» Nous considérerons trois sortes de rendements théoriques :

» 1° Le rendement *thermique* $R^{th}$ qui sera donné par le rapport existant entre la chaleur réellement utilisée sous forme de travail moteur, $K' - K^r$, et la chaleur totale contenue au début de la détente dans le poids de vapeur sèche et saturée $\nu\gamma_t = \varphi$, en sorte que nous écrirons

$$R^{th} = \frac{K' - K^r}{K'} = \frac{\nu\gamma_t J_t - [(\nu\gamma_t - \psi)q_{t_1} + \psi J_{t_1}]}{\nu\gamma_t J_t};$$

» 2° Le rendement *organique* $R^o$ qui sera donné par le rapport existant entre la chaleur réellement utilisée $K' - K^r$, et la chaleur totale $K$, employée à vaporiser le poids de liquide $\nu\gamma_t$ de la température $t_1$ à la température $t$. Nous écrirons donc

$$R^o = \frac{K' - K^r}{K} = \frac{\nu\gamma_t J_t - [(\nu\gamma_t - \psi)q_{t_1} + \psi J_{t_1}]}{\nu\gamma_t(\lambda_t - q_{t_1})};$$

---

(1) *Comptes rendus*, séances des 19 mars 1883, 14 janvier et 18 février 1884.

» 3° Enfin, nous aurons plus tard à considérer un troisième rendement théorique dénommé rendement *adiabatique total*.

» Le rendement thermique $R^{th}$ peut se diviser en deux parties : la première sera le rendement attribuable au phénomène de détente seul soit $r^d$; la seconde sera le rendement $r^c$ qui doit être la conséquence d'une utilisation partielle de la chaleur latente interne $\rho$, due à la condensation pendant la détente du poids de vapeur $v\gamma_t - \psi$. Nous écrirons donc

$$R^{th} = r^d + r^c,$$

et nous aurons

$$r^d = \frac{A\Theta^d}{v\gamma_t J_t} \quad \text{et} \quad r^c = \frac{A\Theta^c}{v\gamma_t J_t}.$$

» Si, dans ces conditions, nous calculons les diverses valeurs de $r^d$, $r^e$, $R^{th}$, $R^o$, pour les cas intéressants de la pratique, nous obtenons le Tableau suivant :

| Pressions initiales | Pressions finales | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $p_1 = 1^{atm},1$. | | | | $p_1 = 0^{atm},1$. | | | |
| $p$. atm. | $r^d$ pour 100. | $r^c$ pour 100. | $R^{th}$ pour 100. | $R^o$ pour 100. | $r^d$ pour 100. | $r^c$ pour 100. | $R^{th}$ pour 100. | $R^o$ pour 100. |
| 10 ..... | 2,940 | 9,715 | 12,655 | 13,963 | 4,933 | 20,054 | 24,987 | 24,998 |
| 9...... | 2,764 | 9,331 | 12,095 | » | 4,761 | 19,685 | 24,446 | » |
| 8...... | 2,574 | 8,865 | 11,439 | » | 4,574 | 19,263 | 23,837 | » |
| 7...... | 2,364 | 8,319 | 10,683 | » | 4,368 | 18,771 | 23,139 | » |
| 6...... | 2,129 | 7,699 | 9,828 | » | 4,139 | 18,208 | 22,347 | » |
| 5...... | 1,863 | 6,925 | 8,788 | 9,731 | 3,879 | 17,483 | 21,362 | 21,434 |
| 4...... | 1,551 | 5,961 | 7,512 | » | 3,572 | 16,594 | 20,166 | » |
| 3...... | 1,170 | 4,685 | 5,855 | » | 3,199 | 15,245 | 18,444 | » |
| 2...... | 0,669 | 2,498 | 3,167 | 3,527 | 2,709 | 13,691 | 16,400 | 16,522 |
| 1,1.... | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 2,053 | 11,062 | 13,115 | » |
| 1...... | » | » | » | » | 1,956 | 10,637 | 12,593 | 12,723 |
| 0,5.... | » | » | » | » | 1,291 | 7,465 | 8,756 | 8,870 |
| 0,2.... | » | » | » | » | 0,517 | 3,239 | 3,756 | 3,853 |
| 0,1.... | » | » | » | » | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

» Ce Tableau nous montre bien quelle est l'importance relative de la condensation dans une détente adiabatique, importance qui, malheureusement, perd tout ou partie de sa valeur dans la pratique actuelle. On remarquera les faibles différences qui existent entre les rendements organique et thermique, ce qui conduit à dire : en tant qu'utilisation théorique de la chaleur *utilisable*, un cylindre rigoureusement adiabatique serait un outil presque parfait; il n'en est pas de même,

bien entendu, du principe sur lequel est basée l'existence même du moteur, puisque la présence de la chaleur $\rho$, que l'on a dû dépenser dans la *fabrication* du fluide moteur, ne permet de mettre à la disposition du détendeur adiabatique, sous forme de chaleur utilisable, qu'une minime portion de la chaleur totale dépensée. Signalons aussi que, la pression initiale $p$ augmentant, la chaleur latente de vaporisation $r$ diminue; mais cette dernière quantité est la somme de la chaleur latente interne $\rho$ inutile, qui diminue aussi quand la pression augmente, et de la chaleur latente externe $Apu$ utile, qui, elle, augmente avec la pression. Il s'ensuit que, $\rho$ diminuant plus vite proportionnellement, on doit voir dans ce fait la véritable cause de l'augmentation du rendement, quand on augmente la pression de départ; car il ne faut pas ici considérer seulement la chute de températures comme pour les machines à gaz dits permanents.

» Tous les nombres précédents ont été déterminés en prenant pour base les valeurs expérimentales établies par Regnault. »

PHYSIQUE. — *Sur la transmission du son par les gaz.* Note de M. NEYRENEUF.

« Pour étudier les effets de transmission, dans le cas où le son se communique par contact direct de l'air au milieu que l'on veut étudier, il est nécessaire de modifier de la manière suivante l'appareil qui nous a précédemment servi. Le tube conducteur du son a été coupé vers son milieu et relié par des tubulures coudées à une caisse métallique en forme de parallélépipède. Celle-ci peut à volonté être disposée au-dessus ou au-dessous du niveau moyen du tube, de manière à pouvoir conserver dans le premier cas les gaz plus légers que l'air, dans le second ceux dont la densité est plus considérable. Deux robinets fixés sur les faces horizontales de la caisse permettent l'introduction et la sortie du gaz.

» On ne peut faire, dans ces conditions, que des déterminations qualitatives, à cause de l'incertitude sur l'épaisseur des milieux traversés; mais les résultats ne manquent pas néanmoins d'intérêt, surtout pour ce qui est relatif aux milieux peu denses.

» Si l'on opère soit avec l'acide carbonique, soit avec l'air mélangé à des vapeurs lourdes, le son arrive notablement plus affaibli que lorsqu'il a l'air pour unique véhicule. Ici agissent sans doute les réflexions si bien mises en évidence par Tyndall dans ses recherches sur l'opacité acoustique de l'atmosphère.

» Avec du gaz d'éclairage ou de l'hydrogène, le son éprouve une dimi-

nution d'intensité moindre qu'en traversant la même épaisseur d'air, et arrive à l'extrémité du tuyau plus fort que dans les conditions ordinaires. Ce résultat est en contradiction avec la propriété de l'hydrogène mise en évidence par l'expérience bien connue de Leslie; mais dans cette dernière expérience les vibrations ont à se communiquer d'un corps solide au gaz, tandis qu'avec la disposition adoptée elles se transmettent d'un gaz à un autre gaz, et, par conséquent, dans des circonstances bien différentes.

» Il était important de vérifier, pour de grandes épaisseurs, le pouvoir de transmission de l'hydrogène. J'ai employé, à cet effet, un long tube de caoutchouc disposé en U renversé, que l'on remplissait de gaz par une dérivation latérale. Une extrémité était fixée dans la caisse à timbre; l'autre, à cause de l'affaiblissement dû à la longueur du circuit, était approchée de l'oreille. Le son a toujours été perçu plus net et plus intense avec l'hydrogène qu'avec l'air seul.

» En redressant l'U, l'appareil devient propre à manifester avec l'acide carbonique un affaiblissement marqué. »

PHYSIQUE. — *Variation des indices de réfraction du quartz sous l'influence de la température*. Note de M. **H. Dufet**, présentée par M. Fouqué.

« Mes expériences ont porté : 1° sur la variation de la double réfraction; 2° sur la variation des deux indices, ordinaire et extraordinaire. J'ai ainsi trois séries indépendantes d'observations qui concourent à donner les valeurs définitives.

» Le quartz ayant servi aux expériences est taillé sous la forme d'un parallélépipède rectangle dont l'épaisseur dans le sens de l'axe est de $14^{mm},070$ et dans le sens perpendiculaire de $14^{mm},614$. Il a servi à M. R. Benoît pour ses déterminations encore inédites des coefficients de dilatation du quartz, et m'a été très obligeamment communiqué par M. Broch, directeur du laboratoire du Bureau international des Poids et Mesures.

» La première série d'expériences, portant sur la variation de la double réfraction, a été faite en observant le déplacement des franges de Fizeau et Foucault. Le quartz était placé dans une étuve de Gay-Lussac dont la température peut être maintenue absolument constante pendant plusieurs heures à l'aide d'un régulateur à vapeur d'éther, du système perfectionné par M. R. Benoît. Le déplacement des franges dû à une variation de température est apprécié au moyen d'un théodolite de Gambey, donnant les 5″, qui permet de relever la distance à la raie D des deux franges noires

qui la comprennent. Du nombre de franges déplacées pour une certaine variation de température, connaissant le coefficient de dilatation du quartz, on peut facilement déduire la variation de la double réfraction.

» Quinze équations traitées par la méthode des moindres carrés conduisent à la valeur suivante :

$$\left[-\frac{d(\mathrm{E}-\mathrm{O})}{dt}\right] = 0,00000097 + 0,0000000323\,t,$$

avec une erreur moyenne de 1,45, en unités du huitième ordre décimal.

» Les observations relatives à la variation des indices ont été faites en mesurant le déplacement des franges de Talbot. Les franges étaient produites entre le quartz chauffé et un quartz de compensation d'épaisseur $14^{\mathrm{mm}},34$. L'appareil est éclairé par la lumière jaune de la soude; si la raie D correspond à une frange obscure, elle paraît divisée en deux raies brillantes d'égale intensité; si elle correspond à une frange brillante, elle paraît nette, mais bordée extérieurement de deux franges brillantes égales. Quand, par une variation de température, on passe d'un certain aspect de la raie D à un aspect identique, on a produit une augmentation ou une diminution de retard égale à λ.

» Ces expériences se faisant le plus souvent à la température variable, on ne peut admettre que la température du quartz chauffé soit à chaque instant égale à celle du thermomètre de l'étuve. Voici comment je crois pouvoir lever cette difficulté : les expériences précédentes, portant sur le déplacement des franges de Fizeau et Foucault, donnent ce déplacement pour des températures constantes, maintenues pendant plusieurs heures. Je mesure de nouveau ce déplacement en laissant l'étuve se refroidir de 100° à la température ambiante; je trouve entre les deux séries de mesure une différence dont je puis facilement déduire l'excès de la température du quartz sur celle marquée par le thermomètre, pour une valeur donnée de cette dernière.

» On connaît donc les températures corrigées du quartz chauffé, celles de l'étuve et celles du quartz de compensation et de l'air ambiant, qui correspondent au passage d'une frange. Il n'est pas difficile d'en déduire une équation reliant la dérivée de l'indice par rapport à la température aux données de chaque expérience.

» On peut d'ailleurs disposer l'appareil de trois manières différentes. Le quartz de compensation est parallèle à l'axe; disposant le quartz chauffé de manière que son axe soit perpendiculaire au faisceau lumineux, on peut

séparer à l'aide d'un nicol et observer les franges répondant à l'indice extraordinaire et à l'indice ordinaire. En tournant le quartz chauffé de 90°, on obtient encore les franges répondant à l'indice ordinaire. Les résultats bruts de l'expérience sont différents dans ces deux modes d'observation de l'indice ordinaire, à cause de la différence entre les coefficients de dilatation du quartz. L'effet dû à la dilatation l'emporte sur celui dû à la diminution d'indice, dans le cas où le quartz chauffé est parallèle à l'axe; c'est le contraire dans l'autre cas. Il en résulte qu'une erreur dans l'évaluation des températures affecte en sens contraire les résultats, et que leur concordance démontre la suffisance de la correction des températures du quartz que j'ai indiquée plus haut.

» Je ferai remarquer que, les deux faisceaux interférents n'étant pas séparés par des bilames, on n'a à faire aucune correction relative aux lames de verre qui ferment l'étuve, ni aux épaisseurs d'air chaud ou froid traversé en dehors des quartz.

» Les résultats obtenus ont été calculés en partant des résultats inédits que M. R. Benoît a bien voulu me communiquer, et dont je le remercie vivement. Les coefficients vrais de dilatation des quartz qu'il a déterminés sont :

» 1° Dans le sens parallèle à l'axe,

$$0,0000071102 + 0,00000001712t;$$

» 2° Dans le sens perpendiculaire à l'axe,

$$0,0000131615 + 0,00000002526t.$$

» L'indice de l'air est, d'après M. Benoît,

$$n = 1,0002921 - 0,000001071t;$$

j'ai trouvé ainsi

$$-\frac{dE}{dt} = 0,00000722 + 0,00000001136t,$$

$$-\frac{dO}{dt} = 0,00000620 + 0,00000000877t.$$

» Les erreurs moyennes sont : pour $\frac{dE}{dt}$, 8,28, et pour $\frac{dO}{dt}$, 8,01, en unités du huitième ordre décimal. En combinant ces équations avec celle qui donne la variation de double réfraction et en attribuant à chaque équation un poids inversement proportionnel à l'erreur moyenne, on trouve en

définitive

$$-\frac{dE}{dt} = 0,00000720 + 0,00000001166t,$$

$$-\frac{dO}{dt} = 0,00000622 + 0,00000000848t. »$$

CHIMIE. — *Sur la détermination des densités de vapeur par déplacement gazeux sous pression réduite et variable.* Note de M. J. **Meunier**.

« J'ai réussi à prendre sous des pressions très réduites la densité de vapeur de produits d'addition de la benzine qui se décomposent en bouillant à la pression ordinaire. Je me suis servi, pour cela, de l'appareil suivant, qui est l'appareil de MM. Crafts et Meyer modifié (*Bulletin de la Société chimique*, t. XXXIII, p. 550).

» Cette modification porte principalement sur le tube en U gradué dans lequel ils mesurent seulement le volume gazeux dégagé, et qui, pour moi, indique le volume et la pression. Les deux branches de celui-ci sont munies à leur partie supérieure d'un robinet et communiquent entre elles et avec une cloche à vide. Au-dessus du robinet de la branche gauche est soudé le tube capillaire qui la relie avec le réservoir chauffé. Cette disposition permet d'établir ou d'interrompre à volonté la communication du réservoir et de la branche gauche avec la cloche. Les deux branches sont graduées en millimètres; elles contiennent de l'acide sulfurique et plongent dans une éprouvette pleine d'eau.

» Pour opérer, on chauffe le réservoir dans un manchon au moyen d'un corps bouillant à la température qu'on veut obtenir. On fait le vide dans l'appareil en établissant avec précaution la communication avec la cloche, puis on ferme le robinet de gauche; si les niveaux de l'acide sulfurique restent fixes, la température est constante. On note alors la pression $h$ dans la cloche, la température $t$ de l'éprouvette, et les niveaux de l'acide sulfurique, puis on laisse tomber la matière dans le réservoir. Au bout d'une demi-minute, le dégagement gazeux se produit; les niveaux varient: on lit les divisions où ils s'arrêtent dans l'une et l'autre branche et l'on a ainsi tous les éléments nécessaires pour calculer la densité.

» En effet, en écrivant que la densité est égale au rapport du poids P de la matière au poids de l'air dégagé, on a la formule

$$(1) \qquad D = \frac{P \times 76 \times (1 + \alpha t)}{1,293 \times vh}.$$

» Dans celle-ci $v$ représente le volume d'air dégagé à la pression $h$, celle de la cloche à vide; mais on a lu un volume plus petit $v'$, parce que la pression $h$ est devenue $h'$ par suite de la différence de niveau de l'acide sulfurique dans les deux branches. Il faut donc calculer la valeur de $vh$. On a [1]

$$(2) \qquad (V+v)h=(V+v')h', \quad \text{d'où} \quad vh=V(h'-h)+v'h'.$$

» La quantité $h'-h$ est égale à la différence des niveaux de l'acide sulfurique. Si l'on rétablit l'égalité de niveau $h'-h=0$ et $vh=v'h'$, il ne reste plus que la formule (1), celle de l'appareil de V. Meyer.

» Cette méthode garde sa sensibilité à mesure qu'on réduit la pression, car, dans ce cas, $h'$ diminue en valeur absolue et le terme $v'h'$ s'efface de plus en plus, tandis que $V(h'-h)$ garde à peu près toujours la même valeur; il est facile de choisir des poids de matière tels qu'on ait toujours environ $0^m,15$ de différence de niveaux d'acide sulfurique, et la faible densité de ce liquide permet d'évaluer $h'-h$ avec une grande précision.

» On détermine la capacité des divisions de la branche gauche par un simple jaugeage au mercure. Cela fait, on obtient, par la méthode voluménométrique de Regnault, le volume V, qui comprend le réservoir, sa tige, le tube abducteur et la branche gauche jusqu'au niveau initial de ce liquide; dans ce but, on verse du mercure qui pénètre dans les deux

---

[1] Cette équation n'est rigoureusement exacte qu'au cas où toutes les parties de la masse gazeuse sont ramenées à la même température.

Partageons le volume $V+v$ en parties ayant dans toute leur étendue une température uniforme et divisons par le binôme de dilatation. La somme des quotients pourra s'exprimer par $\frac{V+v}{k}$, $k$ étant une constante, car le régime de température est établi au moment de l'opération.

Les mêmes considérations permettent d'écrire $\frac{V+v'}{k'}$.

On a donc

$$\frac{V+v}{k}h=\frac{V+v'}{k'}h'.$$

Mais, comme le régime de température n'est pas sensiblement troublé par le dégagement gazeux, que chaque partie garde sa température propre, que $v$ et $v'$, $h$ et $h'$ sont du reste très voisins, on a

$$k=k'$$

à un degré d'approximation suffisant, justifié, comme on le verra plus loin, par l'expérience.

branches, puis on ferme le robinet de la branche gauche, et l'on verse de nouveau mercure dans la branche droite, ce qui diminue V d'une quantité $v$, et l'augmentation de pression est égale à la différence de niveaux $h$ :

$$V = v\frac{H+h}{h}.$$

» Pour mon appareil, la moyenne de six déterminations a été : $100^{cc},56$; celle de onze déterminations, $100^{cc},87$.

» J'ai soumis cette méthode au contrôle expérimental en prenant, à la température d'ébullition de la naphtaline, les densités de vapeurs des corps suivants :

| | Ébullition. | Densité théorique. | Densité expérimentale. |
|---|---|---|---|
| Diphényle | 240° | 6,1 | 6,01 |
| Dibenzyle | 285 | 6,30 | 6,69 |
| Hexachlorure de benzine (ord.) | 288 | 10,03 | 10,139 |

» La température d'ébullition de la naphtaline (220°) a été trop faible pour prendre la densité de vapeur de l'hexachlorure de benzine isomérique (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 436); j'ai dû recourir à celle du benzoate d'amyle (260°).

» J'ai fait deux opérations à cette température :

La première, sur $0^{gr},0205$ de matière, m'a donné $D = 9,365$;
La deuxième, sur $0^{gr},0177$ » $D = 9,207$.

» Quoique un peu faibles, ce qui doit être attribué à une légère décomposition de la matière, ces chiffres montrent que ce corps doit être représenté par la formule $C^6H^6Cl^6$.

» Quand, avec cet appareil, on emploie de trop grandes quantités de matière, le dégagement gazeux s'arrête et les niveaux de l'acide sulfurique se fixent aussitôt que la vapeur a atteint sa tension maxima pour la température du réservoir. Cette tension est mesurée par $h'$.

» On pourra donc, en opérant à plusieurs températures connues, avoir des repères pour construire la courbe figurative des tensions maxima et déterminer ainsi, sans thermomètre et avec de très petites quantités de substance, les points d'ébullition de ces corps bouillant à une température élevée et sujets à se décomposer.

» Dalton a énoncé cette loi : « Les corps, à une égale distance de leur » point d'ébullition, ont la même tension de vapeur. »

» Inexacte dans le cas général, elle a été vérifiée par Landolt pour les corps appartenant à une même série organique (*Annales de Liebig, Supplementband,* 1868). Elle permettrait de simplifier le travail en question, en réduisant à un petit nombre les évaluations nécessaires à la détermination de ce point ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du sulfure de potassium sur le sulfure de mercure.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« Un grand nombre de sulfures métalliques donnent lieu, quand on les met en contact avec les sulfures alcalins, à des phénomènes intéressants; je demande à l'Académie la permission de lui signaler les principaux, en réservant les détails pour un Mémoire plus étendu.

» Quand on met du sulfure de mercure précipité dans une solution concentrée et froide de sulfure de potassium, il s'en dissout une grande quantité; puis, une fois la liqueur saturée, l'excès se transforme en belles aiguilles blanches, transparentes et brillantes, qui renferment HgS, KS, 7HO. En opérant dans une liqueur chaude, le sulfure métallique se change en paillettes brillantes, jaune d'or, qui renferment HgS, KS, HO. La formation de ce sulfure double a lieu avec un dégagement de chaleur notable; si, dans une solution concentrée et froide de sulfure de potassium, on laisse tomber du sulfure de mercure en poudre, celui-ci se prend instantanément en une masse dure et compacte, la liqueur s'échauffe beaucoup, et, au bout de quelque temps, le sulfure métallique est entièrement changé en cristaux blancs de sulfure double ([2]).

» Le sulfure double HgS, KS se dissout, sans décomposition, dans une solution concentrée de sulfure alcalin, mais les solutions étendues et l'eau pure le détruisent instantanément; quand on chauffe une solution de ce composé, elle se détruit comme lorsqu'on lui ajoute de l'eau. La température s'élevant, il arrive bientôt un moment où le poids de sulfure alcalin libre que la liqueur renferme est la quantité minimum que la liqueur doit contenir à cette température pour ne pas décomposer le sel double; si alors on chauffe un peu plus, l'équilibre est rompu, et le sulfure double

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences.

([2]) La mesure de la quantité de chaleur dégagée dans cette réaction n'a pu être faite, l'organisation actuelle du laboratoire de la Faculté de Caen ne permettant pas l'installation d'un calorimètre.

se détruit, la liqueur se trouble, et l'on y voit apparaître un précipité d'autant plus abondant que l'on chauffe davantage; en laissant refroidir la liqueur et l'agitant fréquemment, ce précipité se redissout, l'état d'équilibre de la dissolution redevenant ce qu'il était avant d'avoir été modifié par l'élévation de température.

» Le précipité obtenu dans ces circonstances n'est pas du sulfure de mercure amorphe et noir, comme celui qui se produit quand on verse de l'eau froide sur le sulfure double; il est formé par de belles aiguilles noires très brillantes, le plus souvent réunies en groupes radiés et contenant encore du sulfure de potassium : c'est un nouveau sulfure double dont la composition répond à la formule 5HgS, KS, 5HO.

» Ce composé peut être obtenu directement en introduisant un excès de sulfure de mercure dans une solution de sulfure de potassium concentrée, mais pas assez pour donner les aiguilles blanches du sulfure double HgS, KS; une partie du sulfure métallique se dissout, et, au bout de quelques heures, le reste est transformé en belles aiguilles noires et brillantes du composé 5HgS, KS, 5HO.

» Les cristaux noirs sont d'autant plus brillants et plus volumineux qu'ils se sont formés plus lentement; l'eau ne les dissout pas en quantité appréciable, mais elle les décompose. Si, en effet, après les avoir séparés de la liqueur alcaline, on les lave à l'eau froide, celle-ci passe limpide tant qu'elle renferme une certaine proportion de sulfure alcalin; mais, en faisant digérer les cristaux dans une grande quantité d'eau, ils perdent bientôt leur éclat et deviennent ternes; comme ils sont presque insolubles, l'attaque se fait par la surface, il se dissout du sulfure de potassium et il se sépare du sulfure noir et amorphe de mercure qui trouble la liqueur; au bout d'un certain temps, les aiguilles ont totalement disparu. La décomposition est beaucoup plus rapide quand on opère dans l'eau chaude, surtout à la température de l'ébullition

» Ainsi, lorsqu'on place du sulfure de mercure au contact d'une solution de sulfure de potassium, celle-ci en dissout toujours une certaine quantité; si elle est étendue, les choses restent en cet état et l'excès de sulfure métallique n'éprouve aucune transformation, même après plusieurs mois de contact. Si la liqueur dépasse un certain degré de concentration, le sulfure de mercure en excès se change en aiguilles noires de sulfure double 5HgS, KS, et cela d'autant plus vite que la température de l'expérience est plus haute; mais, d'autre part, il faut pour déterminer la cristallisation une liqueur d'autant plus riche en sulfure alcalin qu'on opère à

température plus élevée. Enfin, si la liqueur alcaline atteint un plus grand degré de concentration, la production du sulfure double HgS, KS devient possible, et l'on voit se former peu à peu des cristaux blancs qui remplacent bientôt totalement le sulfure de mercure primitif. A une température donnée, on peut donc obtenir l'un ou l'autre des sulfures doubles, suivant que la liqueur employée est plus ou moins riche en sulfure alcalin.

» Le sulfure double 5HgS, KS pouvant se former aux dépens du composé HgS, KS quand on chauffe une dissolution de ce corps prise dans des conditions convenables, on peut, avec une même liqueur alcaline, un peu plus riche en sulfure de potassium que celle qui décompose à froid le sel HgS, KS, obtenir à volonté l'un ou l'autre des deux sels doubles en changeant les conditions de température; si l'on prend, par exemple, une liqueur contenant 1000 parties d'eau, 428 parties de sulfure de potassium et 647 parties de sulfure de mercure, puis qu'on la fasse bouillir avec un excès de ce dernier, celui-ci est entièrement changé en aiguilles noires; mais, si l'on filtre la liqueur chaude et qu'on l'abandonne au refroidissement, une partie du sulfure alcalin libre se combine à mesure que la liqueur se refroidit avec le sulfure double 5HgS, KS resté en dissolution, et il se dépose des aiguilles blanches brillantes du composé HgS, KS, 7HO.

» Les conditions d'équilibre d'une liqueur sont, d'ailleurs, toujours modifiées quand on la met en présence d'un excès de sulfure de mercure. Si l'on prend, par exemple, une solution froide quelconque renfermant des cristaux du sel double HgS, KS, 7HO et qu'on la mélange avec un excès de sulfure de mercure, on voit les cristaux blancs disparaître peu à peu; les conditions de l'équilibre, la température demeurant invariable, sont entièrement modifiées, et bientôt la liqueur ne renferme plus que des aiguilles noires du sulfure double 5HgS, KS, 5HO.

» Ce dernier se forme donc toujours dans une liqueur alcaline dépassant un certain degré de concentration, mais, en même temps, trop pauvre en sulfure alcalin pour permettre la formation du composé HgS, KS; il se produit ainsi dans les liqueurs alcalines très concentrées mises en présence d'un excès de sulfure de mercure, et enfin quand on décompose sous l'action de la chaleur les solutions du sulfure double HgS, KS. Dans ce dernier cas, les cristaux du sulfure 5HgS, KS peuvent, suivant les circonstances, présenter diverses formes; ils peuvent être accompagnés aussi de sulfure de mercure diversement cristallisé; l'étude de ces particularités intéressantes fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les phosphates acides de baryte.* Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Debray.

« Lorsqu'on met en présence de l'eau, à la température ordinaire, le phosphate acide de baryte $BaO, 2HO, PhO^5$, ce sel se décompose; il se précipite du phosphate bibarytique $2BaO, HO, PhO^5$ et le liquide très acide renferme de la baryte et de l'acide phosphorique. Ce phénomène est analogue à celui que j'ai étudié dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1480); il en diffère cependant par les limites différentes que l'on observe lorsque, mettant en présence d'un même poids d'eau des poids croissants de sel, on détermine le rapport vers lequel tendent les poids de base et d'acide contenus dans le liquide résultant.

» A une température moyenne de 15°, des poids croissants de phosphate monobarytique sont mis en présence d'un même poids d'eau ($100^{gr}$). Dans un même volume de chacune des liqueurs, on dose la baryte et l'acide phosphorique. Supposons que la totalité de la base reste combinée à l'acide pour constituer du phosphate monobarytique dissous sans décomposition, en présence d'un excès d'acide phosphorique. Cet acide se trouvera ainsi partagé en deux fractions : l'une que j'appellerai *combinée*, l'autre que j'appellerai *libre*, et qu'il est facile de calculer. Quelques-uns des résultats ainsi obtenus sont portés au Tableau ci-dessous; j'ai calculé de plus le rapport R de l'acide phosphorique total à l'acide phosphorique combiné; le poids $p$ de phosphate monobarytique dissous, le poids P du sel primitif entré en réaction [1], et enfin le rapport $\frac{p}{P}$ qui représente la fraction de ce sel qui s'est dissous sans décomposition [2].

| P. | Baryte. | Acide phosphorique total. | Acide phosphorique combiné. | Acide phosphorique libre. | $p$. | $\frac{p}{P}$. | R. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,96 ......... | 0,395 | 0,39 | 0,37 | 0,02 | 0,85 | 0,89 | 1,06 |
| 2,83 ......... | 1,05 | 1,10 | 0,97 | 0,13 | 2,27 | 0,80 | 1,12 |

(1) J'ai préféré faire porter la comparaison sur le poids de sel calculé, plutôt que sur celui qui avait été employé réellement, afin de n'avoir pas à tenir compte des changements de volume qui accompagnent la réaction.

(2) Si l'on cherche à corriger les nombres observés en tenant compte de la solubilité propre dans l'eau du sel précipité, on voit immédiatement que ces corrections sont insensibles.

| P. | Baryte. | Acide phosphorique total. | combiné. | libre. | $p$. | $\frac{p}{P}$. | R. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5,23........ | 1,46 | 1,80 | 1,36 | 0,44 | 3,14 | 0,61 | 1,32 |
| 5,53.......... | 1,40 | 1,84 | 1,30 | 0,54 | 3,03 | 0,55 | 1,41 |
| 7,55.......... | 1,82 | 2,46 | 1,69 | 0,77 | 3,93 | 0,52 | 1,46 |
| 10,28.......... | 2,33 | 3,28 | 2,16 | 1,12 | 5,02 | 0,49 | 1,52 |
| 20,22.......... | 3,86 | 6,13 | 3,58 | 2,55 | 8,34 | 0,41 | 1,71 |
| 30,30.......... | 5,12 | 8,88 | 4,75 | 4,13 | 11,07 | 0,365 | 1,82 |
| 45,60.......... | 7,26 | 13,15 | 6,74 | 6,41 | 15,70 | 0,345 | 1,95 |
| 72,40.......... | 11,20 | 20,73 | 10,37 | 10,36 | 24,15 | 0,333 | 1,99 |

» On voit, à l'inspection du Tableau ci-dessus, que le poids P de sel mis en présence d'un même poids d'eau croissant de 1 à 72, le rapport R de l'acide phosphorique total à l'acide phosphorique combiné croît de 1 à 1,99 ou sensiblement 2; c'est-à-dire que dans la solution la plus concentrée, qui avait été obtenue en maintenant un excès de sel monobarytique en présence du dissolvant, l'acide phosphorique et la baryte sont dans le rapport de 2<sup>éq</sup> d'acide à 1<sup>éq</sup> de base, ce qui correspond à la formule

$$BaO, 2HO, PhO^5 = \tfrac{1}{3}(2BaO, PhO^5) + \tfrac{1}{3}(BaO, 2HO, PhO^5) + \tfrac{1}{3}(PhO^5, 3HO).$$

» Un tiers du phosphate acide se trouve ainsi dissous sans décomposition, tandis que les deux autres tiers se sont dédoublés en phosphate bibasique précipité et en acide phosphorique dissous.

» Pour suivre de plus près la marche du phénomène, on peut employer soit la méthode graphique, soit calculer une formule empirique. Le tracé graphique construit en prenant pour abscisses les valeurs de P et comme ordonnées le rapport $\frac{p}{P}$ montre immédiatement que le phénomène n'est pas continu. Pour les valeurs de P inférieures à 6, la courbe est sensiblement une ligne droite dont l'équation, en posant $P = x$ et $\frac{p}{P} = y$, serait

$$y = 1 - 0,077x. \qquad (1)$$

» Une exponentielle

$$y = \frac{1}{1,095^2} \qquad (2)$$

représente plus exactement encore les résultats de l'expérience.

» Mais dès que P prend des valeurs voisines de 6, c'est-à-dire dès que $\frac{p}{P}$

atteint 0,55 environ, la courbe s'infléchit brusquement vers l'axe des $x$ et devient asymptote à la droite $y = 0,33$. P variant de 5,5, le rapport $\frac{p}{P}$ ne varie plus que de 0,55 à 0,33.

» La formule

$$(3) \qquad y = 0,33 + \frac{0,34}{1,077^2},$$

dont les coefficients ont été calculés à l'aide de toutes les données de l'expérience, représente exactement cette partie du phénomène.

La décomposition du phosphate monobarytique par l'eau présente donc deux phases successives.

» Dans la première, le poids de phosphate monobarytique mis en présence d'un même poids d'eau, allant en croissant en progression arithmétique, le poids de ce sel qui se dissout sans éprouver de décomposition décroît en progression géométrique. Mais dès que la moitié environ du sel primitif a été décomposée, le phénomène change. J'admets qu'il s'est formé dans la liqueur un sel bi-acide $BaO, 2PhO^5$, Aq, en partie décomposé, dont la proportion va en augmentant en même temps que l'acidité de la liqueur, et qui, à la limite, subsisterait seul.

» Les phénomènes que l'on observe lorsque l'on étend d'eau les solutions les plus acides, maintenues en présence du phosphate bibarytique précipité et qui sont analogues à ceux que j'ai observés et décrits avec le sel de chaux, s'accordent avec cette manière de voir.

» En étudiant de la même manière la décomposition par l'eau des phosphates monobasiques de chaux et de strontiane, à la température ordinaire, ou à des températures constantes de 0°, 50° et 80°, je suis conduit à admettre la formation de sels polyphosphoriques à $MO, 2PhO^5$, Aq ou $2MO, 3PhO^5$, Aq. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité des sels.* Note de M. **Étard**, présentée par M. Cahours.

« Dans une précédente Note, j'ai montré que, pour se faire une idée précise de la solubilité des sels, il fallait déterminer cette dernière entre des limites de température très écartées et que, dans ces conditions, on pouvait admettre pour tous les sels une solubilité proportionnelle à la température et représentée, dès lors, par une droite plus ou moins inclinée. Tous les changements que subit cette loi sont passagers et correspondent, non pas

à une variation dans le phénomène de la solubilité, mais à un état de dissociation que subissent vraisemblablement, en dehors de la solubilité, les combinaisons de la matière dissoute avec le dissolvant. Pour démontrer la réalité de mes suppositions, outre les courbes très étendues que j'ai déterminées personnellement pour les sels halogènes cités dans ma précédente Note, j'ai transformé les documents publiés par divers auteurs en courbes exprimant des teneurs centésimales, et, lorsque ces documents, publiés sans idée préconçue, sont assez précis, ils satisfont exactement aux conditions que j'ai formulées. Telles sont les solubilités de l'azotate de potassium (Gay-Lussac), de l'azotate de sodium (Maumené), des chlorate, bromate et iodate de sodium (Kremers), etc.

» Mais le plus souvent les courbes publiées sont des droites sans aucune perturbation ($KCl$, $NaCl$, $BaCl^2$, $SO^4Zn$, $SO^4Mg$) ou bien des courbes simples sans aucune apparence de prolongation droite ou asymptotique [alun, $HgCl^2$, $(AzO^3)^2Ba$]. Dans ce cas j'ai admis que les expériences étaient insuffisantes et qu'on se trouvait en présence d'une faible portion, droite ou courbe, de la ligne complète de solubilité. Aussi, en prolongeant par quelques nouveaux points au-dessus ou au-dessous de zéro les graphiques publiés, on les voit rentrer dans la règle générale et, selon le cas, s'infléchir ou se redresser.

» Pour donner la solubilité des sels sans employer un grand nombre de chiffres, il suffira donc d'exprimer la solubilité des portions droites, le plus souvent très étendues, de la courbe de solubilité complète, par la formule $s = a + bt$ et de fournir quelques points pour la courbe de perturbation.

» Il est à remarquer que, pour une même famille de métaux combinés aux halogènes, l'aspect des courbes est très semblable. C'est ainsi que les courbes des halogènes de Ca, Sr, Ba sont presque identiques. Il en est de même pour celles de Mg, Zn, Cd, de sorte que les courbes de solubilité, assez complètes, des divers sels ont un aspect fort peu varié.

» Dans la détermination des points extrêmes des courbes de solubilité, on peut se servir avec avantage, pour les basses températures, du chlorure de méthyle donnant pratiquement un froid de $-20^{\circ}$. J'ai déterminé les solubilités à température élevée en introduisant un excès de sel cristallisé avec une certaine quantité de sa solution saturée à froid dans un tube en verre vert. Ce tube est étiré comme dans le cas des tubes scellés en usage en Chimie organique; mais, avant de fermer la pointe, on étire ce tube vers le milieu, de façon à produire un étranglement capable de réduire son

diamètre de moitié; en même temps on recourbe le tube au point étranglé d'un angle de 45° environ. Ensuite on ferme la pointe, et l'on chauffe cet appareil dans un bain d'huile à thermostat, en agitant de temps à autre. Il suffit ensuite de renverser ce tube en décantant du liquide saturé de la première chambre dans la seconde. On s'arrange de façon que les deux chambres en question soient à peu près d'égale capacité et contiennent environ 15gr de matière chacune après la décantation, pour éviter les condensations inégales de vapeur.

» Dès que le tube s'est refroidi jusqu'à 90° environ, on le coupe à l'étranglement, puis le tout est pesé; on analyse le contenu et l'on pèse le tube vide. La méthode appliquée sur les quantités indiquées donne des résultats concordants et précis. Les points obtenus viennent se placer dans la prolongation de la ligne tracée pour la pression normale, ce qui fait penser que, si la pression a de l'influence sur la solubilité, elle ne s'exerce pas dans d'aussi faibles limites que celles que j'ai mises en jeu. De plus on peut observer au delà de 100° des perturbations de même forme que celles observées pour des sels analogues à la pression normale, perturbations montrant tantôt une augmentation, tantôt une diminution rapide de la solubilité, alors qu'on admet que la pression a pour effet d'augmenter celle-ci.

» Après ces généralités, il me restera à passer en revue quelques-unes des particularités que présente la solubilité de certains sels ou groupes de sels et à montrer que, dans tous les cas où une perturbation se manifeste dans les droites de solubilité, on peut rapporter celle-ci à la formation ou à la destruction de combinaisons, le plus souvent d'hydrates. Cela ne peut être rendu suffisamment certain que par une série d'exemples. Je décrirai aujourd'hui le cas du sel marin.

» La solubilité du chlorure de sodium est bien connue entre 0° et 100° : c'est une droite, et la quantité de sel anhydre contenue dans 100 parties de solution aux diverses températures est donnée par la formule

$$S = 26,4 + 0,0248\,t,$$

si 26,4 est la quantité de sel anhydre dissous à 0°. En prenant la solubilité à 120°, 140°, 160°, j'ai constaté que cette formule continue à s'appliquer : les points se placent dans la prolongation de la droite primitive et la solubilité est toujours de 0,0248 pour 100 par degré de température. Mais, comme on a décrit un hydrate de chlorure de sodium $NaCl, 2H^2O$, se formant au-dessous de zéro et perdant son eau de cristallisation au-

dessus de $-10°$, j'ai pensé que la droite de solubilité devait s'infléchir vers ce point. Cette prévision est confirmée par l'expérience; à partir de $0°$ la droite de solubilité commence à s'altérer, et en prenant les solubilités à $-5°$, $-10°$, $-15°$, $-22°$, on constate que celles-ci diminuent plus vite que ne l'exige la formule ci-dessus, qui demande 26,0 pour 100 de sel dissous à $-21°$, alors qu'il n'y en a que 23,5 pour 100. En laissant remonter la température au-dessus de zéro, on rentre bientôt avec la même préparation et les mêmes moyens de dosage dans la droite bien connue du sel marin. Ce fait de la perturbation de la solubilité du sel marin, qui n'avait pas été aperçu et qui a été prévu par les considérations que j'ai exposées, est évidemment en rapport avec l'existence de l'hydrate défini $NaCl, 2H^2O$, la perturbation de la courbe du chlorure de sodium ayant lieu, précisément, aux températures où cet hydrate prend naissance et se détruit.

» Je reviendrai prochainement sur ce sujet. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Chlorure d'argent ammoniacal et iodure d'argent ammoniacal cristallisés.* Note de M. **Terreil**, présentée par M. Fremy.

« Le chlorure d'argent ammoniacal et l'iodure d'argent ammoniacal n'étaient connus jusqu'alors qu'à l'état amorphe; je viens d'obtenir ces composés cristallisés en opérant de la manière suivante.

» J'ai introduit du chlorure d'argent ammoniacal amorphe avec une dissolution saturée d'ammoniaque, dans un matras en verre que j'ai fermé à la lampe, puis j'ai exposé le tout au bain-marie à la température de l'eau bouillante.

» Dans ces conditions, le chlorure d'argent s'est dissous entièrement et en grande quantité; la liqueur, en refroidissant, a laissé déposer de longs prismes lamellaires, blancs, formés d'aiguilles accolées.

» Au contact de l'air, ces cristaux perdent rapidement de l'ammoniaque; la lumière les noircit; ils se transforment en même temps en paillettes micacées microscopiques et deviennent très friables. L'eau les décompose en les rendant opaques.

» Le chlorure d'argent ammoniacal cristallisé, après avoir été desséché sous une cloche en présence de la chaux vive, a fourni à l'analyse la composition suivante, qui correspond à la formule $AgCl, 2AzH^3$ :

| | Nombres | |
|---|---|---|
| | trouvés. | calculés. |
| Chlorure d'argent | 81,77 | 80,87 |
| Ammoniaque | 18,23 | 19,13 |

» L'iodure d'argent saturé de gaz ammoniac, placé dans les mêmes conditions, ne se dissout qu'en assez faible quantité dans l'ammoniaque; la liqueur, en refroidissant, laisse déposer des paillettes micacées très fines qui sont blanches, mais qui prennent assez rapidement un ton violacé, tandis que la partie amorphe qui ne s'est point dissoute reste indéfiniment blanche. Si l'on élève de nouveau la température, les paillettes violacées se dissolvent, et, par le refroidissement, elles reparaissent blanches, puis se teintent de nouveau en violet.

» Exposées à l'air, les paillettes d'iodure d'argent ammoniacal dégagent de l'ammoniaque et perdent leur teinte violacée en devenant jaunes. Vues au microscope, ces paillettes présentent la forme de tables octogonales.

» La composition de l'iodure d'argent ammoniacal cristallisé correspond également à la formule $AgI, 2AzH^3$, comme l'indique l'analyse qui suit :

| | Nombres | |
|---|---|---|
| | trouvés. | calculés. |
| Iodure d'argent | 87,93 | 87,35 |
| Ammoniaque | 12,07 | 12,65 |

» J'ai voulu préparer, par la même méthode, le bromure d'argent ammoniacal cristallisé, en faisant agir, en vase clos, la dissolution d'ammoniaque sur du bromure d'argent saturé de gaz ammoniac.

» Lorsque l'eau du bain-marie a commencé à bouillir, je vis le bromure d'argent amorphe entrer en fusion; il ressemblait alors à du phosphore fondu. Quelques minutes après, l'ébullition de l'eau étant devenue régulière, une forte explosion se produisit. La capsule en porcelaine qui servait de bain-marie et le matras en verre qui contenait la substance furent, en quelque sorte, pulvérisés. Un grillage en gros fils de laiton, qui servait de support sur le fourneau à gaz, a été défoncé et déchiré sur un diamètre de $0^m,12$, et cependant le matras ne contenait pas plus de $4^{gr}$ à $5^{gr}$ de bromure d'argent.

» Cette expérience, que je n'ai pas encore répétée, semble démontrer que le bromure d'argent ammoniacal est peu soluble dans l'ammoniaque liquide, qu'il entre en fusion vers 90° et qu'il détone vers 100°.

» En faisant réagir dans les mêmes conditions l'ammoniaque sur du phosphate d'argent saturé de gaz ammoniac, ce dernier s'est dissous rapidement; mais, en voyant la liqueur incolore brunir et laisser déposer un corps noir brun amorphe, ressemblant à de l'azoture d'argent, je n'ai pas poussé plus loin l'expérience, qui me paraît dangereuse. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur une pseudomorphose artificielle de la silice.* Note de M. A. Gorgeu, présentée par M. Friedel.

« Les cristaux de fayalite artificielle calcinés au contact de l'air commencent à s'oxyder au rouge sombre; en continuant l'application de la chaleur pendant sept à huit heures au rouge cerise clair jusqu'à ce que la substance ne change plus de poids, on constate une absorption d'oxygène (7,3 à 7,5 pour 100) qui correspond à peu près à celle (7,8 pour 100) qu'exige la transformation complète du protoxyde de fer en sesquioxyde.

» Après ce grillage les cristaux de silicate neutre primitivement transparents et gris sont devenus opaques et noirs tout en conservant leur forme. Traités par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant, ils laissent insoluble la totalité de la silice colorée en jaune clair par une très petite quantité de peroxyde de fer.

» Cette silice est transparente, contient $\frac{4}{100}$ à $\frac{6}{100}$ d'eau qu'elle perd à la calcination et se dissout dans la solution bouillante de carbonate sodique saturée à froid, comme les hydrates ordinaires de l'acide silicique.

» Sa forme et l'action qu'elle exerce sur la lumière polarisée sont particulièrement remarquables.

» Sa forme est exactement celle des cristaux de fayalite employés et, par conséquent, celle des péridots. Son action sur la lumière polarisée est, en apparence, celle d'un corps cristallisé biréfringent lorsqu'elle a été séchée, et celle d'un corps monoréfringent quand elle est au sein de l'eau.

» M. Emile Bertrand, à qui j'ai communiqué ces faits, a bien voulu examiner cette pseudomorphose de la silice; voici le résultat des observations de ce savant minéralogiste :

» Cette substance, placée entre deux nicols croisés, rétablit la lumière; si l'on ajoute de l'eau et un verre mince par-dessus, le rétablissement de la lumière n'a plus lieu. Ce dernier fait est absolument incompatible avec la supposition que ces soi-disant cristaux seraient biréfringents.

» La silice en question n'est pas cristallisée; elle est monoréfringente et agit sur la lumière polarisée comme feraient des prismes de matières transparentes, amorphes ou monoréfringentes.

» Ces conclusions sont déduites des observations suivantes :

» La forme de la substance est prismatique sous un angle assez aigu.

» Ceux des cristaux (?) qui présentent deux faces parallèles avec un biseau de chaque côté, placés entre deux nicols croisés, ne rétablissent pas la lumière dans la région où le

rayon polarisé pénètre normalement, quelle que soit leur position relativement au plan de polarisation du nicol inférieur.

» Les cristaux ne ramènent pas la lumière lorsqu'ils sont placés de telle sorte que leur allongement soit dirigé suivant le plan de polarisation du rayon incident ou à 90° de cette position.

» Enfin, et c'est là le fait le plus important, dans toute autre position que les deux précédentes, le rayon lumineux qui les a traversés est polarisé dans un plan, c'est-à-dire qu'il peut être éteint en tournant le nicol analyseur d'un angle convenable sans que l'on remarque de changement de couleur. Des cristaux biréfringents dans les mêmes conditions donneraient à la sortie un rayon polarisé elliptiquement, qui, par suite, ne pourrait être éteint en tournant l'analyseur.

» L'interposition de l'eau d'indice plus voisin de celui de la silice que n'est l'indice de l'air détruit l'effet que produisent les prismes dans l'air. »

» On peut obtenir la même pseudomorphose de la silice, en prenant pour point de départ la knébélite artificielle bien cristallisée (¹) (23 pour 100 MnO, 47 de FeO). La knébélite naturelle (34 pour 100 MnO, 34 de FeO), traitée comme la fayalite, laisse insoluble dans l'acide chlorhydrique toute sa silice; mais comme ce minéral ne se trouve dans la nature que sous forme de masses laminaires, on ne constate la biréfringence que dans certaines régions anguleuses du produit obtenu. Ces derniers faits me semblent confirmer la conclusion de M. E. Bertrand.

» La téphoïte, la rhodonite, les silicates naturels renfermant $\frac{10}{100}$ à $\frac{20}{100}$ de protoxyde de fer, tels que l'hypersthène, le diallage, la hornblende ne s'oxydant pas notablement, lorsqu'on les grille au contact de l'air, ne peuvent donner naissance à une pseudomorphose de la silice dans les mêmes circonstances que le silicate neutre de fer.

» Je me propose de rechercher, à l'aide des composés ferreux oxydables au rouge et renfermant un acide insoluble dans les acides énergiques, s'il est possible de produire de nouvelles pseudomorphoses. »

CHIMIE. — *Analyse de l'eau minérale de Brucourt.* Note de M. **Ch. Cloëz**, présentée par M. Vulpian.

« La commune de Brucourt (Calvados), située à $4^{km}$ au sud de Dives, possède une source d'eau minérale très peu connue, bien que sa découverte remonte à plus de deux siècles. Musner (1637) et Lepecq de la Clôture (1776) font le plus grand éloge des propriétés thérapeutiques de la

(¹) *Comptes rendus*, avril 1884.

fontaine minérale dite *de Dives*, et lui assignent un rôle souverain dans la guérison de l'inappétence et des maladies de la peau, dartres, taches de rousseur, etc. L'analyse de ces eaux fut faite à plusieurs reprises, et en dernier lieu par M. O. Henry, Membre de l'Académie de Médecine; mais la source était alors dans un état de délabrement tel, qu'il fallait plusieurs minutes pour arriver à recueillir 1[lit] d'eau. Depuis ce temps, des travaux de captage très bien conçus ont porté remède à toutes les infiltrations, et l'eau coule beaucoup plus abondamment.

» Le relief de la contrée sud de Dives est assez peu accentué; il était donc à craindre que les eaux alimentant la fontaine de Brucourt ne fussent superficielles et que la composition de ces eaux ne fût considérablement influencée par les pluies ou les changements de saison. D'autre part, les travaux de captage ayant augmenté, comme je l'ai déjà dit, le débit de la source, il était intéressant de savoir si l'analyse de l'eau, dans ces nouvelles conditions, conduirait aux nombres que M. O. Henry avait déjà publiés. Tel est le point de départ des recherches dont je communique aujourd'hui les résultats à l'Académie.

» L'eau de Brucourt, neutre aux réactifs colorés les plus sensibles, est très claire et se conserve bien dans les bouteilles, quoiqu'il existe un léger dépôt ocreux dans le bassin d'où la source sort au jour.

» Mes analyses m'ont conduit aux résultats suivants :

*Eau de Brucourt puisée le* 1[er] *avril* 1884. *Résidu fixe* (*séché à* 180°), 2[gr], 3305.

| | |
|---|---|
| Soude | 0,1122 |
| Potasse | 0,0151 |
| Magnésie | 0,3006 |
| Chaux | 0,4933 |
| Oxyde ferreux | 0,0213 |
| Alumine et silice | 0,0710 |
| Acide sulfurique | 0,8156 |
| » chlorhydrique | 0,1802 |
| » carbonique (des bicarbonates) | 0,5076 |

» Ces résultats sont presque identiques à ceux que M. O. Henry avait publiés en 1862; mais nos analyses diffèrent notablement dans la répartition de ces divers éléments. Pour arriver d'une façon aussi exacte que possible à cette répartition, je me suis astreint à doser chaque composé d'abord dans le résidu total de l'évaporation, puis, après avoir repris ce résidu par l'eau distillée, à faire de nouveau les dosages dans la partie so-

luble et dans la partie insoluble, la somme de ces deux derniers dosages devant être égale au premier.

» J'ai supposé, comme mes études sur les eaux de Paris ([1]) me permettaient de le faire, que la soude et la potasse se trouvaient à l'état de chlorures, l'excédent de l'acide chlorhydrique neutralisant une faible partie de la magnésie *soluble;* le reste de la magnésie *soluble* est à l'état de sulfate, la magnésie insoluble à l'état de bicarbonate. La chaux sera de même à l'état de sulfate et de bicarbonate, et la proportion de sulfate est donnée par la quantité d'acide sulfurique existant en trop pour la neutralisation de la seconde partie de la magnésie soluble. L'oxyde ferreux se trouve à l'état de bicarbonate, car il n'existe pas de matières organiques, acide crénique ou autres, dans ce résidu de l'évaporation de l'eau.

» Ces résultats ont été contrôlés, d'abord par les trois séries d'analyses que j'ai indiquées plus haut, puis par le dosage en poids de l'acide carbonique : 1° total; 2° combiné à l'état de bicarbonates; 3° combiné à l'état de carbonates neutres, après une ébullition prolongée de l'eau.

» J'arrive ainsi à trouver, pour la composition véritable de l'eau de Brucourt :

| | |
|---|---|
| Acide carbon. libre (à 0° et sous 760mm) | 0lit,185 |
| | gr |
| Chlorure de sodium | 0,2113 |
| » de potassium | 0,0238 |
| » de magnésium | 0,0477 |
| Sulfate de magnésie | 0,5280 |
| » de chaux | 0,7881 |
| Bicarbonate de chaux | 0,4880 |
| » de magnésie | 0,3815 |
| » de fer | 0,0526 |
| Alumine et silice | 0,0710 |
| | 2,5920 |

» D'après ces nombres, l'eau de Brucourt contient une grande quantité de sels de magnésie, près de 1gr par litre, et, bien que sous ce rapport elle n'approche pas encore des eaux fortement purgatives, telles que celles de Püllna, on doit, ce me semble, la ranger dans la classe des eaux sulfatées magnésiennes : c'est une eau très légèrement laxative et dont les effets ont été constatés dès sa découverte.

» Mais un élément non moins important que les sels magnésiens, bien

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, 1882, p. 41.

qu'il se trouve en beaucoup plus minime proportion, le bicarbonate de fer, doit changer considérablement l'action que l'eau de Brucourt semble au premier abord exercer sur l'économie. Les sels ferreux sont tous des reconstituants dont le rôle salutaire n'est plus discuté aujourd'hui. Or, si l'on admet, comme on le fait généralement, qu'une eau est ferrugineuse, et par suite tonique, dès qu'elle contient pour $1^{lit}$ plus de $0^{gr},04$ de sels ferreux solubles, nous devrons ranger l'eau de Brucourt dans cette précieuse catégorie.

» L'association des sels ferreux, toniques, mais échauffants, et des sels magnésiens plus ou moins laxatifs, est des plus rares dans une eau minérale, et l'eau de Brucourt est, du moins à notre connaissance, la seule source de France qui présente cet heureux rapprochement.

» Cette double circonstance pourrait suffire pour faire classer la fontaine de Brucourt parmi les sources minérales les plus intéressantes; mais elle ne me paraît pas expliquer les propriétés *fondantes* et *résolutives* auxquels Lepecq de la Clôture attribue son action dans le traitement des maladies de la peau.

» Si ces propriétés existent réellement, ne seraient-elles pas dues à la présence d'une autre substance, de l'iode, par exemple? J'avais déjà cherché l'iode dans le résidu de l'évaporation de $1^{lit}$ d'eau, mais je n'avais pas réussi à en déceler l'existence. J'ai recommencé la recherche en évaporant, presque à siccité, $3^{lit}$ de cette même eau additionnée de carbonate de soude pur, jusqu'à réaction faiblement alcaline. Le résidu a été repris par l'eau, et la solution a été évaporée. J'ai obtenu ainsi un second résidu, qui, traité à plusieurs reprises par l'alcool concentré, lui a abandonné une quantité très sensible d'iodure alcalin caractérisé par la mise en liberté de l'iode en présence du sulfure de carbone.

» Je suis porté à croire que l'iode existe dans cette eau à l'état d'iodure de magnésium, ce qui expliquerait pourquoi je n'avais pu constater sa présence en évaporant, sans précaution spéciale, $1^{lit}$ d'eau minérale, l'iodure de magnésium se décomposant, comme on sait, par l'ébullition, en magnésie fixe et acide iodhydrique volatil.

» En résumé, sels ferreux, sels magnésiens et iodures, tels sont les composés qui donnent à l'eau de Brucourt ses principales propriétés. »

CHIMIE AGRICOLE — *Sur l'emploi agricole des superphosphates. Observations à propos d'une Note récente de M.* Lechartier. Note de M. **P.-P. Dehérain**, présentée par M. Peligot.

« Dans les études que je poursuis depuis vingt ans à l'École de Grignon, je me suis efforcé de lier la composition de la terre arable déterminée au laboratoire à l'influence qu'exercent sur elle les engrais variés que j'y ai essayés ; quelques-uns des résultats que j'ai obtenus me paraissaient appuyer les conclusions qui découlent de la Note très intéressante présentée récemment par M. Lechartier [1], et je demande aujourd'hui à l'Académie la permission de résumer ici les études que j'ai faites sur l'emploi des superphosphates.

» Ils n'exercent sur le sol de Grignon aucun effet utile, ainsi qu'il ressort des chiffres suivants, moyenne de quatre années d'expériences (1875-1878) [2].

| Engrais employés. | Maïs fourrage. — Récolte verte à l'hectare. | Pommes de terre. — Tubercules sains à l'hectare. |
|---|---|---|
| | kgr | hlit |
| Azotate de soude seul.................. | 65355 | 276 |
| Azotate de soude et superphosphate..... | 65316 | 311 |
| Sulfate d'ammoniaque seul.............. | 60035 | 290,5 |
| Sulfate d'ammoniaque et superphosphate.. | 60216 | 278 |
| Sans engrais........................... | 58300 | 278 |
| Superphosphate seul.................... | 58100 | 276 |

» La quantité d'acide phosphorique contenue dans le sol n'est cependant pas excessive ; elle varie de $1^{gr},08$ par kilogramme pour les parcelles les plus pauvres à $1^{gr},92$ pour les plus riches et l'on ne peut attribuer le peu d'efficacité des engrais phosphatés à l'abondance de l'acide phosphorique ; car MM. Corenwinder et Contamine ont reconnu qu'un sol présentant une richesse en acide phosphorique semblable à celle de Grignon bénéficiait encore de l'emploi des superphosphates [3].

» Il ne suffit pas, en effet, pour prévoir l'action de ces engrais, de déterminer la quantité d'acide phosphorique totale contenue dans le sol : il faut

(1) Page 1058 de ce Volume.

(2) *Annales agronomiques*, t. V, p. 160 (*Études sur le sol du champ d'expériences* ; par MM. Dehérain et Meyer).

(3) *Annales agronomiques*, t. III, p. 441 ; 1877.

encore s'efforcer de distinguer à quelles bases il est uni; s'il forme des phosphates de protoxyde, il pourra être assimilé par les plantes, puisque ces phosphates sont légèrement solubles dans l'acide carbonique, tandis que, s'il est engagé en combinaison avec des sesquioxydes, l'acide carbonique du sol sera sans action. On peut, sans grand inconvénient, substituer dans la recherche de l'acide phosphorique assimilable, à l'acide carbonique, de l'acide acétique; c'est ce que j'ai fait, et c'est aussi cet acide qu'a employé récemment M. Le Chartier.

» En faisant agir l'acide acétique sur les terres de Grignon, on trouva des chiffres variant de $0^{gr},208$ à $0^{gr},520$ d'acide phosphorique dissous par kilogramme de terre.

» Ainsi une fraction importante de l'acide phosphorique du champ d'expériences s'y trouve à un état tel que les plantes peuvent l'utiliser, et l'on conçoit dès lors le peu d'efficacité qu'y présentent les superphosphates.

» On se demanda, en outre, si, en poursuivant ces études, on ne pourrait pas en tirer des indications susceptibles de guider les cultivateurs dans l'emploi des superphosphates.

» Un certain nombre d'échantillons de terre de provenances très variées fut examiné ([1]), et tous les essais montrèrent qu'une fraction de l'acide phosphorique était soluble dans l'acide acétique ou dans le citrate d'ammoniaque. Il n'en est certainement pas toujours ainsi, puisque M. Thenard ([2]) a reconnu, il y a longtemps déjà, qu'une terre amendée avec du noir animal ne renfermait plus l'année suivante que des phosphates de sesquioxyde, puisque j'ai eu moi-même occasion d'observer le même fait pour une terre de Sologne ([3]); mais très habituellement les sols renferment une fraction importante de leur acide phosphorique à l'état assimilable; d'où il faut conclure que, bien que les phosphates soient nécessaires au développement des plantes, l'emploi des engrais phosphatés n'est pas toujours avantageux, car le sol lui-même peut subvenir, sans aucune addition, aux besoins des végétaux, quand il renferme une quantité d'acide phosphorique qu'il reste à déterminer.

» Il résulte d'études exécutées par M. Roussille il y a quelques années, à l'école de Grandjouan, en Bretagne, que les terres des landes renfermant,

---

([1]) *Annales agronomiques*, t. V, p. 161; 1879.
([2]) *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 212; 1858.
([3]) *Comptes rendus*, t. XLVII, p. 988; 1858.

par kilogramme, $0^{gr},05$ d'acide phosphorique ne donnent aucune récolte sans addition de phosphates, mais qu'une terre dont la teneur en acide phosphorique était montée par des apports successifs de fumier et de noir animal à $0^{gr},380$ par kilogramme pouvait nourrir ses plantes sans une nouvelle addition d'engrais phosphatés; il est probable que ce chiffre représente la limite inférieure et qu'on pourrait à coup sûr conseiller l'emploi de phosphates dans des terres ne renfermant qu'un demi-gramme d'acide phosphorique par kilogramme.

» Il resterait à chercher la limite supérieure au-dessus de laquelle l'emploi de cet acide phosphorique devient inutile.

» Cette limite est plus difficile à formuler, car il faut faire entrer dans le calcul le cube de terres dans lequel les racines peuvent puiser.

» En effet, un de mes anciens élèves, M. Nantier, actuellement directeur de la Station agronomique de la Somme, a cultivé un sol renfermant $2^{gr},52$ d'acide phosphorique par kilogramme [1], et cependant les superphosphates y exercent une action marquée faisant passer la récolte des pommes de terre de $3000^{kg}$ à l'hectare à 4000, celle des betteraves de $28200^{kg}$ à 45600.

» M. Nantier explique le désaccord constaté entre la quantité d'acide phosphorique dosée et l'action des superphosphates, par le peu d'épaisseur de la terre examinée; elle ne présente guère que $0^{m},15$; il calcule que la quantité d'acide phosphorique que renferme le sol qu'il a cultivé est seulement de $2800^{kg}$ par hectare environ, tandis qu'à Grignon le champ d'expériences présente une profondeur d'au moins $0^{m},35$, de telle sorte que la quantité d'acide phosphorique y dépasse partout $4000^{kg}$ et atteint même $7000^{kg}$ dans les parcelles les plus riches, chiffres qui concordent avec ceux qui ont été déterminés par MM. Schlœsing et de Gasparin dans les nombreuses analyses qu'ils ont exécutées sur des terres très variées.

» Je serais porté à penser que lorsqu'une terre renferme plus de $4000^{kg}$ d'acide phosphorique à l'hectare, qu'une partie de cet acide est soluble dans l'acide acétique, et qu'enfin cette terre reçoit régulièrement du fumier de ferme, l'emploi des engrais phosphatés n'a pas grande chance de réussite.

» Toutefois, pour qu'une telle règle puisse être formulée avec précision, il faut qu'elle s'appuie sur un très grand nombre d'exemples, et, à ce point de vue, les recherches auxquelles se livre M. Lechartier présentent le plus grand intérêt; il est clair que si l'on réussit à lier la composition immé-

---

(1) *Annales agronomiques*, t. IX, p. 192; 1883.

diate des sols à l'action qu'exercent les engrais, on en tirera des indications précieuses pour la pratique agricole; car c'est de l'étude des sols qu'il faut tirer la nature des engrais à employer. Il y a longtemps que M. Chevreul a insisté sur leur rôle essentiellement complémentaire, et c'est en m'inspirant de ses idées que j'ai proposé de définir l'engrais : la matière utile à la plante qui manque au sol. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Action nitrifiante comparée de quelques sels contenus naturellement ou ajoutés dans les terres végétales.* Note de M. **Pichard**, présentée par M. Peligot.

« *Résumé.* — Dans des sols stériles formés de sable siliceux presque pur, l'azote des matières organiques ne se transforme en nitrates que si l'on incorpore un peu de terre nitrifiante, ainsi que l'ont annoncé MM. Schlœsing et Müntz.

» A la dose de 5 millièmes, les sulfates de potasse, de soude et de chaux ont une action nitrifiante énergique sur l'azote organique, le sulfate de chaux surtout. A cause de l'insolubilité relative de ce dernier sel, on peut admettre que la dose compatible avec une bonne nitrification est susceptible de varier dans des limites étendues, l'effet maximum étant subordonné à une répartition uniforme dans la masse.

» Toutes choses égales d'ailleurs, la nitrification est plus considérable dans un sol à éléments fins (particules ayant moins de $0^m,001$ de diamètre) que dans un sol à éléments grossiers (particules ayant de $1^{mm}$ à $3^{mm}$ de diamètre), à cause sans doute de l'aération et de l'imbibition plus régulières dans le premier que dans le second.

Le pouvoir nitrifiant, dans tous les sols, à poids égal de sel nitrifiant, rapporté à celui du sulfate de chaux représenté par 100, est, pour les sols expérimentés :

| | |
|---|---|
| Sulfate de chaux | 100 |
| Sulfate de soude | 47,91 |
| Sulfate de potasse | 35,78 |
| Carbonate de chaux | 13,32 |
| Carbonate de magnésie | 12,52 |

» Ces rapports peuvent varier en ce qui concerne les sulfates de potasse et de soude employés en solutions non saturées, mais paraissent devoir être tenus comme constants pour le sulfate de chaux et les carbonates de chaux et de magnésie.

» Sous le climat du midi de la France, la nitrification de l'azote organique du sol dans les terrains calcaires ou pourvus de gypse (1 pour 100) est très active pendant les mois de septembre et octobre, et peut acquérir, de l'enlèvement de la récolte aux semailles de printemps, un développement notable, très favorable à la végétation ultérieure.

» Dans nos expériences, pendant ce laps de temps, l'azote nitrifié s'est élevé à 26,15 pour 100 de l'azote total pour le sol additionné de carbonate de chaux, et à 46,29 pour 100 pour le sol plâtré.

» Le pouvoir nitrifiant du sulfate de potasse explique l'heureux effet de son emploi sur le développement et la combustibilité des tabacs, par la production de nitrate de potasse dans le sol.

» Le pouvoir nitrifiant considérable du sulfate de chaux rend compte de son action utile sur la luzerne, qu'on l'emploie à l'état de plâtre cuit ou de superphosphate toujours riche en sulfate de chaux.

» Le pouvoir nitrifiant des calcaires justifie l'usage ancien du chaulage et du marnage dans la pratique agricole.

» Dans les terrains pauvres en calcaire, on ne saurait trop recommander l'emploi du plâtre, comme agent de fertilisation, à la dose de $\frac{1}{2}$ à 1 pour 100. Son effet sera surtout très marqué dans les sols argileux, peu perméables, ne laissant pas filtrer les nitrates.

» Si, aux terrains naturellement gypseux, le plâtre ne paraît pas donner une fertilité marquée, c'est que, dans ces terrains, il est presque toujours accompagné de chlorures alcalins et terreux, surtout le chlorure de sodium, notoirement nuisibles à la végétation. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles séries d'expériences sur la perception différentielle des couleurs.* Note de M. **Aug. Charpentier.**

« J'ai étudié dans des recherches précédentes l'influence de la couleur sur la perception des différences de clarté; prenant pour unité d'intensité lumineuse le minimum perceptible, j'ai pu avoir un terme de comparaison défini entre les couleurs employées, et je suis arrivé à la loi très nette suivante : *La perception des différences de clarté est d'autant plus facile que la réfrangibilité des couleurs est moins forte* (Note du 17 décembre 1883).

» Comme j'ai démontré l'existence, dans l'appareil visuel, de plusieurs fonctions distinctes, il y avait lieu de reprendre les expériences précédentes sous un nouveau point de vue et de prendre comme terme de comparaison

des couleurs, non plus la sensibilité lumineuse, mais la sensibilité chromatique ou la sensibilité visuelle.

» Toute couleur est perçue de deux façons distinctes, suivant son intensité : comme lumière brute, incolore, quand son intensité est au minimum; comme couleur nettement définie, pour une intensité plus élevée et constante pour une même couleur.

» Or, prenons maintenant, comme unité d'intensité des couleurs en expérience, l'intensité nécessaire et suffisante pour permettre une reconnaissance nette de chacune d'elles (ce sera, si l'on veut, l'*intensité chromatique*) et répétons, suivant la même méthode, les recherches exposées dans ma dernière Note; nous arrivons au résultat remarquable que voici : *Pour une même intensité chromatique, la perception des différences de clarté est la même pour toutes les couleurs saturées* ([1]).

» Nous pouvons encore prendre un troisième terme de comparaison entre nos couleurs en nous adressant à la *sensibilité visuelle*, c'est-à-dire à la faculté de distinguer les foyers lumineux multiples. Nous prendrons dans ce cas pour unité d'intensité de chaque couleur l'intensité nécessaire et suffisante pour distinguer nettement les uns des autres, dans l'obscurité, plusieurs points colorés égaux et voisins ([2]). Cela revient à comparer nos couleurs sous une égale acuité visuelle.

» Les expériences précédentes, étant répétées dans ces nouvelles conditions, donnent le résultat général suivant :

» *Pour une égale intensité visuelle, la perception des différences de clarté est la même dans toutes les couleurs.*

» On voit que les deux lois précédentes se distinguent absolument de celle que nous avait donnée la comparaison des couleurs sous une même clarté.

» On voit, de plus, avec quel soin il faut choisir la fonction visuelle à laquelle on doit s'adresser lorsqu'on veut comparer l'intensité de plusieurs lumières. Lorsque, il y a cinq ans (10 février 1879), j'indiquais ici même une première méthode de photométrie hétérochrome par la mesure du minimum perceptible, il s'agissait évidemment de comparer les couleurs d'après leur intensité lumineuse. Or il est clair, d'après ce qui précède, qu'on aurait des résultats tout à fait différents en s'adressant aux deux

---

([1]) L'expérience a porté sur le rouge, le jaune, le vert et le bleu.

([2]) Voir *Comptes rendus*, 27 décembre 1880. — *Archives d'Ophthalmologie*, 1882, p. 246.

autres modes de comparaison possibles, parce qu'en déterminant, soit l'intensité chromatique d'une couleur, soit l'acuité visuelle dans cette couleur (intensité visuelle), on se place sur des bases physiologiques différentes de celles qui servent à l'appréciation de sa clarté.

» Dans l'appréciation de la clarté, la base physiologique varie avec la couleur, et cela dans de très larges limites; dans l'appréciation de l'intensité chromatique ou de l'intensité visuelle, la base physiologique est indépendante de la couleur. La conclusion est évidente : ces derniers modes de comparaison sont préférables au premier pour la photométrie ([1]). »

HISTOLOGIE. — *Le cerveau de l'*Eunice Harassii *et ses rapports avec l'hypoderme* ([2]). Note de M. **Ét. Jourdan**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« MM. de Quatrefages et Claparède ont signalé les premiers les rapports qui unissent la couche cellulaire hypodermique et les centres nerveux chez quelques Annélides. Plus récemment, M. Ehlers, à propos du cerveau de l'espèce qui fait l'objet de cette Note, et Spengel, dans son Mémoire sur un Eunicien, l'*Oligognathus Bonelliæ,* ont indiqué la difficulté de séparer, dans le lobe céphalique de ces vers, le cerveau de l'hypoderme. Ces idées, si contraires aux données et aux figures classiques sur le cerveau de la plupart des Annélides, nous ont semblé mériter une confirmation. Nous avons, dans ce but, débité en coupes le lobe céphalique tout entier, cerveau et téguments compris, de l'espèce qui nous occupe. Les observations que nous avons pu faire à l'aide de cette méthode nous ont permis non seulement de constater l'exactitude de l'opinion de Ehlers et de Spengel, mais elles nous ont révélé, de plus, quelques faits nouveaux.

» Le cerveau de l'*Eunice Harassii*, sur la forme extérieure duquel nous ne nous arrêterons pas, puisque cet appareil est fort mal délimité, se compose essentiellement d'une masse centrale de substance ponctuée, surmontée par une couche épaisse de cellules nerveuses, désignée par Ehlers sous le nom de *couche nucléaire*.

» Au-dessus de cette zone nucléaire et immédiatement au-dessous de la cuticule, on aperçoit des éléments épithéliaux en forme de cônes, à sommets dirigés vers la face profonde des téguments. Les pieds de ces cellules

([1]) Travail du Laboratoire de Physique médicale de Nancy.
([2]) Laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

hypodermiques, au lieu de se terminer sur une basale, comme c'est le cas pour les téguments du reste du corps, se transforment et se prolongent ici en autant de fils rigides qui pénètrent dans la couche nucléaire, en se groupant en plus ou moins grand nombre, de manière à constituer des sortes de piliers allant de la cuticule à la masse de substance ponctuée. Le protoplasma de ces cellules hypodermiques est très réduit; leurs noyaux ont un aspect fusiforme caractéristique. Les prolongements basilaires se présentent comme des fils rigides, à aspect vitreux, à cassure nette. Réunies en faisceaux, ces fibres hypodermiques se colorent mal par le carmin et par l'hématoxyline; mais elles prennent, sous l'influence de l'éosine hématoxylique, la coloration gris perle caractéristique des cuticules et des basales de l'hypoderme des Annélides. Il est impossible de suivre un de ces filaments depuis la cellule hypodermique à laquelle il appartient jusqu'à la solution ponctuée; ils se perdent dans la couche nucléaire et s'y confondent intimement avec d'autres fibrilles présentant des caractères histologiques semblables, mais ayant une autre origine.

» La couche nucléaire est considérée avec raison par Ehlers et par Spengel comme étant de nature nerveuse, mais elle est constituée par des éléments d'aspect varié. Sur une coupe, cette couche se présente comme un réseau délicat remplissant l'espace entre les piliers dont nous venons de parler, et dont les mailles sont occupées chacune par un noyau sphérique. Il est fort difficile sur les coupes de savoir si ce réseau est constitué par des sections de membranes cellulaires soudées à l'aide d'un ciment ou par des fibres très délicates. Les dissociations permettent de répondre facilement à cette question; elles montrent que la couche nucléaire est constituée par des cellules nerveuses possédant un noyau volumineux, un protoplasma si réduit, qu'elles semblent en être dépourvues et une fine membrane d'enveloppe. On remarque de plus que de chacune de ces cellules partent le plus souvent un seul, quelquefois deux prolongements. Ces filaments sont très délicats, et comparables, lorsqu'on les examine avec un objectif donnant un grossissement de 4 à 500 diamètres, à l'aspect que nous offre un fil de toile d'araignée vu à l'œil nu. En se groupant et en se soudant plusieurs ensemble, ces fils constituent les travées des mailles du réseau que l'on aperçoit sur les coupes. Parmi ces cellules réduites à leur noyau et formant la presque totalité de la couche nucléaire, on en aperçoit un certain nombre qui se distinguent par leurs fortes dimensions; elles possèdent un noyau et un protoplasma finement granuleux, se colorant en jaune par le picrocarmin; de leur pédoncule part un prolongement qui se

mêle à ceux des petites cellules nerveuses et qui pénètre également dans la substance ponctuée.

» En examinant les limites de la couche nucléaire et de la substance ponctuée, on distingue facilement un grand nombre de fibrilles qui émanent des cellules nerveuses et se mettent en relation avec la substance ponctuée. Il est impossible de dire ce que deviennent à ce niveau les fibrilles des cellules hypodermiques, et de savoir si elles pénètrent dans la substance ponctuée ou si elles se perdent à sa surface. Ces fibres, d'origine et sans doute aussi de fonction si différentes, présentent, en effet, des caractères histologiques tellement semblables chez l'*Eunice Harassii*, qu'il est impossible de les distinguer. La substance ponctuée elle-même est constituée essentiellement par un amas de fibrilles entrecroisées en réseau plus ou moins serré suivant les régions. Les espaces laissés vides par les mailles de ce réticulum fibrillaire sont comblés par un protoplasma finement grenu, se colorant en rose lilas par l'éosine hématoxylique et comparable peut-être à la substance granuleuse de la névroglie des Vertébrés.

» Les faits principaux qui résultent des observations précédentes et qui nous semblent avoir quelque intérêt en anatomie générale sont : d'abord le mélange intime des cellules épithéliales hypodermiques, et de leurs prolongements basilaires avec les cellules et les fibres nerveuses; d'où résulte la difficulté de délimiter le cerveau d'une manière nette et certaine; et ensuite l'absence de tout caractère histologique net permettant de distinguer les fibrilles basilaires des cellules hypodermiques des fibres nerveuses.

» Il nous a paru intéressant, et nous avons cru digne d'intérêt de signaler ces particularités anatomiques, qui rappellent l'état du système nerveux des larves des Annélides [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur le genre* Rhopalea (*Ascidies simples*). Note de M. L. Roule [2], présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Philippi a décrit le premier (*Muller's Archiv*, 1843), sous le nom de *Rhopalea neopolitana*, une Ascidie qu'il avait recueillie dans le golfe de Naples, et dont il a laissé une description anatomique assez brève, suffisamment exacte pour la plupart des principaux détails d'organisation qu'il

(1) Kleinenberg, *Origine du système nerveux central des Annélides* (*Archives italiennes de Biologie*), t. I, fasc. 1, p. 67.

(2) Laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

a signalés; il rapproche, dans son Mémoire, ce nouveau genre *Rhopalea* des Clavelines. Depuis Philippi, aucun autre naturaliste n'a étudié, à ma connaissance, cette curieuse forme d'Ascidie; Traustedt ne la signale pas dans son travail sur les Ascidies simples du golfe de Naples (*Mittheilungen aus der Zoological Station zu Neapel*, 1883), et Herdman (Tuniciers recueillis par le *Challenger*), se rapportant à la description donnée par Philippi, la place à côté des *Ecteinascidia* dans la famille des Clavelinidées.

» Les *Rhopalea* sont très abondantes sur les côtes de Marseille dans les fonds du pourtour des Zostères, dans les sables vaseux charriés par les courants par $25^{m}$ à $60^{m}$ de profondeur; aussi ai-je été à même d'en observer des individus nombreux et d'en faire une étude suivie. Le corps, d'une longueur moyenne de $8^{cm}$ à $10^{cm}$, d'un blanc presque pur, est divisé en deux parties, l'une antérieure, de forme triangulaire, libre, qui renferme la branchie et porte les deux siphons (siphon buccal à 8-9 languettes et cloacal à 6), l'autre postérieure, de forme irrégulière, adhérente au sol et encroûtée par des débris de diverses sortes, qui contient la masse des viscères; ces deux parties sont jointes l'une à l'autre par une région mince, assez longue, à travers laquelle on distingue par transparence le rectum plein de substances destinées à être rejetées; l'aspect général ressemble assez à celui d'une Claveline un peu trapue et de très grande taille.

» La tunique, épaisse, est de consistance molle autour de la partie antérieure du corps, ferme et résistante autour de la partie postérieure; dans cette dernière région, la substance fondamentale de la tunique renferme de nombreuses cellules vacuolaires, tandis qu'elle n'en contient pas dans la région antérieure. Le derme (manteau), mince, porte de petits faisceaux musculaires, dont la plupart sont dirigés dans le sens de la longueur du corps; autour des siphons, il en existe en outre un certain nombre d'annulaires; Philippi a considéré à tort comme un péritoine la portion du derme qui entoure la masse viscérale postérieure. La trame fondamentale de la branchie, dont les trémas sont ovalaires et à forme régulière, est plissée longitudinalement; les plis, très petits, invisibles à l'œil nu, ressemblent en cela à ceux de la branchie des Phallusies. Les sinus branchiaux transverses sont réunis aux sinus longitudinaux par une branche anastomotique qui ne proémine pas dans l'intérieur de la cavité branchiale, au delà des sinus longitudinaux, pour produire des papilles semblables à celles que possèdent la plupart des Ascidies simples. Le raphé dorsal est constitué par une série de languettes; il se termine en avant non loin de l'organe vibratile et la gouttière péricoronale envoie vers lui, en cette région, un petit

prolongement analogue à celui que cette gouttière porte chez les *Ciona*. La cavité péribranchiale ne communique pas avec les vides laissés entre les viscères dans la région postérieure du corps, vides que l'on peut considérer comme formant par leur réunion une cavité générale réduite; elle est arrêtée immédiatement en arrière de la branchie par une lame péritonéale semblable à celle des *Ciona*.

» Les autres organes sont constitués à peu près de la même manière que chez les *Ciona*. Les seules différences principales se rapportent à la disposition des organes sexuels, rassemblés en une seule masse qui entoure la cavité intestinale, et à la plus grande longueur de l'œsophage et du rectum. A part ces distinctions de peu d'importance, le tube digestif, le système nerveux, la glande hypoganglionnaire et son conduit excréteur, le cœur et les principaux sinus, etc., présentent la même structure fondamentale que chez les *Ciona*.

» Les relations des *Rhopalea* avec les autres formes d'Ascidies sont multiples. Par leur faciès général, elles se rapprochent, il est vrai, des Clavelinides; mais on ne peut les placer dans cette famille, car elles ne se reproduisent pas par bourgeonnement et possèdent une organisation plus complexe. On doit les classer parmi les Phallusiadées et les considérer comme établissant entre les Ascidies simples et les Ascidies agrégées une liaison étroite; par leurs viscères situés en arrière de la branchie et un certain nombre de caractères moins importants, elles sont plus voisines des *Ciona* que des Phallusies vraies; mais elles se rapprochent pourtant de ces dernières par la présence de plis longitudinaux dans la paroi branchiale. Les affinités des *Rhopalea* sont donc nombreuses et elles forment comme un trait d'union entre plusieurs groupes divers : elles montrent, dans l'agencement général de leurs organes, une certaine ressemblance avec les Clavelines, tout en étant des Ascidies simples très voisines des *Ciona* et offrant aussi quelques relations avec les Phallusies. »

ZOOLOGIE. — *Sur la présence du Naja d'Egypte en Tunisie*. Note de M. VALERY MAYET, présentée par M. E. Cosson.

« La présence du Naja d'Égypte (*Naja Haje* Dumer.) n'avait pas été encore constatée scientifiquement en Tunisie.

» J'ai eu l'occasion d'en prendre un bel individu, à quarante kilomètres de la côte, aux puits d'El-Aïa, non loin de l'Oued Leben, dans un endroit

relativement humide et garni de buissons de *Tamaria Africana*. Ce reptile a $1^m,55$ de long.

» Il est probable qu'il se rencontre dans toute la région désertique de la Tunisie. Le colonel Laroque, qui commande le cercle de Gabès, me l'a signalé aux environs de cette oasis et dans la région des grands Chott. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence prétendue de la lumière sur la structure anatomique des feuilles de l'Ail des ours* (Allium ursinum, L.). Note de M. **Ch. Musset**, présentée par M. Duchartre

« Quelques botanistes admettent comme un fait démontré que, lorsqu'une feuille bifaciale, c'est-à-dire à parenchyme hétérogène, se tord ou se recourbe de manière à présenter sa face dorsale à la lumière, la disposition ordinaire des deux couches inférieure et supérieure est renversée : c'est le parenchyme inférieur devenu supérieur qui est dense et palissadique, et c'est le parenchyme supérieur, actuellement inférieur, qui est lacuneux et mou.

» L'Ail des ours est cité parmi les plantes qui présenteraient une telle inversion des tissus : aussi est-ce sur cette plante, très abondante dans les environs de Grenoble, que j'ai concentré mes observations.

» Sur une bulbe adulte, c'est-à-dire florifère, l'illusion est, il est vrai, complète dans la grande majorité des cas, mais pour une seule des deux feuilles. C'est pourquoi il est nécessaire de faire des observations comparatives sur les individus venus de graine, d'un caïeu d'un ou de deux ans, surtout sur ceux qui proviennent d'une bulbe plus âgée, adulte, en en suivant toutes les phases végétatives.

» Quelle que soit son origine, tout pied monophylle produit sa feuille normalement orientée, avec une gaine fermée, pétiole cylindrique et limbe plane, dont le côté qui fait face aux rayons lumineux incidents a tous les caractères spécifiques d'une page supérieure ou ventrale. Mais, si l'on observe un pied diphylle, il est très rare que la première, c'est-à-dire la plus âgée des deux feuilles, n'ait pas son pétiole tordu avec un angle variable, torsion dont le maximum, très souvent atteint, est de 180°. Dans ce cas très général, cette première feuille montre sa page inférieure, lorsqu'on détord le pétiole, correspondant au côté supérieur ou interne de la gaine, ce qui ferait croire à un pétiole normalement orienté, surmonté d'un limbe renversé.

» La question à résoudre est donc de savoir si réellement la page ac-

tuellement supérieure n'est devenue telle, anatomiquement parlant, que par suite de la torsion du pétiole, ou si elle est restée telle qu'elle s'est formée en naissant et n'a pas imprimé un mouvement de torsion à son pétiole, afin de rester toujours exposée aux rayons lumineux incidents. Une observation attentive résout la question. En effet, cette première feuille commence toujours par avoir sa gaine fermée, son pétiole cylindrique et son limbe bifacial vertical : elle ne diffère alors en rien de la feuille unique d'un pied venu de graine ou d'un caïeu d'un an; la page à tissu palissadique et à épiderme sans stomates, à l'exception curieuse de la partie qui recouvre immédiatement la côte médiane, fait face à la radiation lumineuse. Le pétiole et la gaine, celle-ci dans sa partie supérieure, ont donc une moitié éclairée et une moitié ombragée; or la deuxième feuille et l'axe floral, enveloppés dans la gaine, la fendent en sortant sur le point le moins résistant, à savoir sur le côté ombragé. Cette fente s'élargit de plus en plus, d'autant que la croissance des feuilles est basipète. Le canal ainsi formé par la gaine et l'aplatissement relatif du pétiole se font donc du côté ombragé du limbe dont la côte médiane est saillante et l'épiderme criblé de stomates. Il arrive alors que la deuxième feuille et l'axe floral, par suite de leur développement, rejettent sur le côté cette première feuille, qui s'incurve et présente sa face éclairée de moins en moins à la lumière et finirait par se trouver dans le cas des feuilles d'une branche renversée; mais, au fur et à mesure que l'incurvation tend à se produire, le pétiole se tord sous l'action des deux pages du limbe, afin de conserver leurs relations nécessaires avec la lumière. Il n'y a donc pas inversion de structure anatomique due à l'influence de la lumière; la page primitivement éclairée reste telle qu'elle est née et, par conséquent, le phénomène rentre dans les cas si nombreux de retournement des feuilles que Bonnet a depuis longtemps fait connaître et dont Mirbel a reconnu toute l'exactitude, même pour le prothalle du *Marchantia polymorpha*. »

GÉOGRAPHIE. — *Carte des hauteurs de la Russie d'Europe*. Note de M. le général DE TILLO, présentée par M. Daubrée.

« Depuis dix ans, j'ai tâché de réunir tous les matériaux hypsométriques existant en Russie. Ce sont d'abord plus de 15000 points trigonométriques; puis les données fournies par les nivellements des chemins de fer exploités (23000$^{km}$), et projetés (25000$^{km}$); ceux qui résultent des mesures prises sur de grands fleuves (8000$^{km}$); enfin les déterminations baromé-

triques dans les contrées du nord et du nord-est de la Russie d'Europe. Toutes ces données ont été portées sur la Carte spéciale en 150 feuilles de l'État-Major (échelle $\frac{1}{42000}$) et dans un Catalogue de hauteurs.

» Pour donner une idée générale de l'état de l'avancement des travaux hypsométriques en Russie, j'ai publié, sous les auspices de l'amiral Possiett, une Carte à l'échelle de $\frac{1}{2520000}$, en 6 feuilles, dont je fais hommage à l'Académie.

» Cette Carte contient, en sagènes ($2^m,13$), les hauteurs les plus caractéristiques, au nombre de 18000, qui sont distinguées par des signes, selon la méthode des opérations qui les ont fournies : un triangle désigne les hauteurs trigonométriques; un point noir, les hauteurs de nivellement géométrique; un signe rose marque les hauteurs barométriques, un trait la hauteur des eaux des rivières et des lacs. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la singulière couronne qui entoure le Soleil.* Note de M. **A. Ricco**, présentée par M. Faye.

« La couronne solaire qui a été le sujet de Communications à l'Académie, de la part de MM. Thollon et Moussette, a été observée aussi à Palerme.

» Pendant la période des crépuscules extraordinaires rosés, et plus souvent dans ces derniers mois, le ciel autour du Soleil apparaissait troublé par un léger brouillard inégal.

» Dans ce brouillard, souvent on a vu se dessiner un anneau ou grande couronne d'une couleur rougeâtre, qui, à l'extérieur, se fond avec une délicate nuance violacée avec l'azur du ciel; l'espace intérieur, assez bien défini, a une couleur blanc bleuâtre éclatante.

» Cette couronne se voit plus aisément quand le Soleil est caché derrière des bâtiments; je l'ai très bien vue en me plaçant dans l'ombre du panache de fumée du Vésuve (Naples, 21 janvier, $7^h 50^m$) : sur la fumée on ne voyait aucune trace de couronne. Cette couronne est encore plus évidente lorsqu'un nuage obscur couvre le Soleil; dans ce cas on observe que sa couleur est rouge de cuivre, passant au violet à l'extérieur, et si le Soleil n'est pas très haut, on voit le sommet de l'anneau s'étendre vers le zénith avec une faible nuance rose; en bas l'anneau s'élargit en atteignant l'horizon.

Lorsque le Soleil est près de l'horizon, l'anneau à l'intérieur prend une forme ovale où le Soleil est placé excentriquement en bas. Lorsque le Soleil est sous l'horizon, la couronne a la forme d'un arc ou pont gothique

immense; le brouillard qui le forme est finement et irrégulièrement cannelé, comme s'il était formé de cirrho-strati très petits et très nombreux; l'espace interne aussi est cannelé. Les cannelures sont toujours ou horizontales ou inclinées vers le bas à gauche, c'est-à-dire au sud pour le coucher. Les pieds de ce pont s'élargissent en se raccordant avec les brouillards de l'horizon.

» Le 8 avril, de $7^h 30^m$ à $8^h 0^m$ du soir, j'ai vu cet anneau même autour de la Lune couverte par un nuage noir; je crois même y avoir aperçu la couleur rougeâtre.

» La couronne autour du Soleil a été singulièrement évidente le 31 mars, de $3^h$ à $4^h$, et, le 7 avril, de $5^h 0^m$ à $5^h 45^m$ du soir, de manière que j'ai pu faire au sextant les mesures suivantes :

| | |
|---|---|
| Rayon interne | $10^\circ.48' \pm 9'$ |
| Rayon de la plus grande intensité | $15.10 \pm 11$ |
| Rayon externe | $21.26 \pm 20$ |

» La disposition des couleurs de cette couronne étant la même que celle des couronnes ordinaires et des cercles de diffraction produits par les poussières, il est probable que celle-ci aussi est produite par diffraction.

» Mais la poussière ou brouillard qui la forme doit être plus fine, parce que cet anneau a un diamètre plus grand que celui des couronnes ordinaires; ce brouillard doit être plus haut que le nuage, puisque l'on voit les cirrhi passer au devant.

» C'est au sommet de cette couronne que commence à apparaître la couleur rosée des brillants crépuscules rouges.

Il paraît très probable que ce phénomène a des relations avec les crépuscules extraordinaires, car j'ai commencé à le voir avec ceux-ci; mais il me semble qu'il avait en ces derniers temps une plus grande intensité qu'auparavant, alors que les lueurs crépusculaires avaient leur plus grand éclat; et encore aux jours où cet anneau était le plus brillant, on ne vit pas se produire des crépuscules très brillants.

» M. Tacchini a vu aussi à Rome la couronne autour du Soleil couvert par un nuage; il l'a vue également à l'horizon en forme de pont. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvelles observations d'illuminations crépusculaires à l'île Bourbon.* Lettre de M. **Pelagaud** à M. Faye.

« Saint-Paul (île Bourbon), le 14 avril 1884.

« Je prends la liberté de vous envoyer encore quelques renseignements sur la nouvelle phase dans laquelle semblent entrer nos lueurs crépusculaires et qu'on pourrait appeler *phase intermittente*.

» Certains jours elles disparaissent presque entièrement et se bornent à une légère phosphorescence; puis elles reprennent le lendemain avec une nouvelle intensité. Le 4 avril dernier, elles étaient admirables, aussi belles que jamais; le 11 également, mais leur disposition n'est plus la même qu'au début. C'étaient d'abord trois grandes zones tricolores qui occupaient tout l'occident jusqu'au zénith et étaient séparées parfois entre elles par des bandes de ciel bleu, comme trois larges bandeaux colorés. Aujourd'hui, ce sont ordinairement de grandes gloires qui s'élancent en flèches séparées et divergentes jusqu'à 50° ou 60°, comme les rayons d'or autour des têtes des statues de saints dans certaines églises.

» Sept à huit minutes après le coucher du Soleil, une tache lilas pâle, éblouissante, commence à se dessiner à 10° ou 12° au-dessus de l'endroit où il a disparu; son diamètre peut atteindre 15°. A droite et à gauche se dressent deux murailles fuligineuses, comme les fumées d'une grande ville vues par transparence sur l'horizon rouge du couchant. Puis ces murailles s'effacent, la tache lilas disparaît et juste au-dessus d'elle commence à paraître, environ quinze minutes après le coucher du Soleil, un brouillard lumineux, pourpre écarlate, cramoisi, de forme discoïdale, qui va s'élargissant jusqu'à 15° et 20°, accentuant l'intensité de son éclat et d'où s'élancent bientôt de tous côtés presque jusqu'au zénith les grandes flèches dont je vous ai parlé.

» Au moment où les flèches paraissent, les contours inférieurs du disque s'écrasent et prennent la forme d'un arc de cercle reposant sur la ligne droite de l'horizon. Mais tous les contours sont fondus, estompés et n'affectent en aucune façon le tracé net d'un croquis. Parfois, entre les flèches lumineuses, s'élancent des flèches obscures, surtout du côté sud. Tout cela dure un quart d'heure, vingt minutes, puis tout s'éteint graduellement et, vers $6^h 35^m$, $6^h 40^m$, il ne reste plus que la bande jaune de l'horizon, qui ne tarde pas à s'effacer elle aussi.

» Un examen répété de ces illuminations m'a conduit à penser que ce

ne pouvait être autre chose qu'un phénomène électrique. Les grands cyclones qui ont bouleversé tous nos parages et dont je me permets de vous envoyer sous bande deux relations, parues dans le journal *le Créole*, dont le directeur est un capitaine de navire en retraite, les grands cyclones suffisent pour exclure toute hypothèse de particules solides tenues en suspension dans les couches supérieures de l'atmosphère depuis plus de six mois. D'autre part, j'ai vu, une seule fois il est vrai, le brouillard rose du début se propager sur une couche de cirrho-stratus probablement très élevés. Je ne saurais vous dire combien je regrette qu'il n'y ait pas dans l'île une seule boussole qui permette d'observer si ces phénomènes n'exercent pas d'action sur l'aiguille aimantée et je ne comprends pas que M. Meldrum, qui dispose à Maurice d'un observatoire complet, n'ait rien publié à ce sujet; du moins je n'ai rien vu dans les journaux de l'île voisine.

» Ce soir encore, 14 avril, l'illumination crépusculaire a été magnifique. Les longues flèches ou plutôt flammes roses aux contours fondus dépassaient de plusieurs degrés la planète Vénus. Au lieu de s'effacer sur toute leur longueur, elles se sont retirées sous l'horizon, comme si elles suivaient le Soleil, mais avec un mouvement cent fois plus rapide que le sien.

» Le 21 mars dernier, par beau temps, la mer a jeté sur toutes les côtes de l'île une masse considérable de *lapilli* et pierres ponces de toutes grosseurs qui avaient séjourné fort longtemps dans l'eau, à en juger par les cryptogames et les coquilles [1] qui les recouvraient; je vous en envoie un échantillon par la poste. On en a vu de la grosseur d'un sac de blé et j'en ai trouvé moi-même un bloc de $0^m,25$ de diamètre. Il n'y a pas de pierres ponces à Bourbon, Maurice ou Madagascar. Ce banc considérable doit donc provenir du détroit de la Sonde. Il aura mis ainsi près de sept mois pour traverser l'océan Indien. »

M. Bouquet de la Grye dépose sur le Bureau, de la part de M. *Grandidier*, des échantillons de pierre ponce qui lui ont été envoyés de Bourbon par M. de Châteauvieux.

Ces pierres sont arrivées en rade de Saint-Paul le 22 mars 1884; elles proviennent certainement de l'éruption du Krakatoa, parce que plusieurs

[1] M. Milne Edwards me fait remarquer que ces coquillages, en tout semblables à ceux qui s'attachent aux flancs des navires, sont des anatifes. (Note de M. Faye.)

capitaines les ont signalées à diverses dates sur la route du détroit de la Sonde.

Le trajet jusqu'à Saint-Paul a été effectué en deux cent six jours avec une vitesse moyenne de $0^{\text{mille}},6$ par heure.

On a ainsi un élément intéressant et certain de la vitesse du courant alizé dans l'océan Indien. Toutefois ce chiffre doit être moindre que celui qui serait accusé par une pierre isolée. Le brisement des lames, au lieu de donner un supplément de vitesse, a servi à arrondir les angles des pierres, et, comme le banc dans son ensemble *éteignait* les lames, les parties antérieures ne pouvaient acquérir une vitesse supérieure.

M. **Daubrée** ajoute l'observation suivante :

« Les ponces du Krakatoa sont extrêmement boursouflées et fortement arrondies par le frottement. La matière amorphe est parsemée de cristaux en partie visibles à l'œil nu. Il y a des cristaux de feldspath triclinique, avec quelques microlithes d'oligoclase, des cristaux de pyroxène, avec la mâcle suivant $g_1$, d'hypersthène, ainsi que des grains de fer oxydulé.

» Une végétation vert jaunâtre marque la ligne de flottaison des plus gros, et des tubes de spirorbes se sont attachés en très grand nombre à leur surface, ainsi que des serpules et quelques anatifes.

» Après un trajet de $5000^{\text{km}}$, ces ponces sont venues s'associer aux débris volcaniques de l'île de la Réunion. Ce long transport doit rendre attentif aux conclusions qu'il est légitime de tirer des associations qu'on rencontre souvent dans les anciens dépôts stratifiés, volcaniques et autres.

M. **Favé**, à l'occasion d'une réclamation de priorité adressée par M. *Perreaux* sur l'invention des canons à charge progressive, s'exprime comme il suit :

« Je me fais un devoir d'attester, sur la demande de M. Perreaux, que j'ai eu communication, il y a plus de vingt ans, d'un Mémoire dans lequel il proposait de décomposer la charge de poudre mise dans un fusil ou dans un canon en plusieurs parties séparées et inégales qui recevraient l'inflammation successivement et qui pourraient imprimer au projectile une vitesse initiale beaucoup plus grande que celle des armes en usage. »

M. C. **Decharme** adresse un Mémoire portant pour titre : « Nouvelles expériences d'imitation, par voie hydrodynamique, des effets de polarité dans les anneaux électrochimiques ».

M. D. Tommasi adresse une Note « Sur la chaleur de formation des sulfites ».

M. Chapel appelle l'attention de l'Académie sur les relations que les passages d'essaims d'astéroïdes lui paraissent offrir avec les tremblements de terre, les courants telluriques et les anomalies périodiques de température.

M. V. Zenger transmet à l'Académie le « Résumé de ses observations héliophotographiques comparées aux grands mouvements atmosphériques et séismiques pendant le mois d'avril ».

M. Ath. Boblin adresse une Note intitulée : « Formule générale et monôme de $\pi$, permettant de calculer rapidement cette valeur et pouvant se démontrer en Mathématiques élémentaires ».

M. Otto Pohl communique les expériences qu'il a faites sur le liège « pour prouver le développement spontané de nombreux microbes, même sous l'exclusion de l'air ordinaire ».

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

## COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de dresser une liste de candidats, pour remplir la place d'Académicien libre laissée vacante par le décès de M. *du Moncel*, présente la liste suivante :

| | |
|---|---|
| *En première ligne* . . . . . . . . . . . . . | M. Cailletet. |
| *En deuxième ligne, et par ordre alphabétique* . . . . . . . . . . . . . . . . | M. Laussedat.<br>M. E. Tisserand. |
| *En troisième ligne* . . . . . . . . . . . . | M. Trève. |

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 MAI 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris, pendant le premier trimestre de l'année* 1884. Communiquées par M. **Mouchez**.

| Dates. 1884. | Temps moyen de Paris. | Ascension droite. | Correction de l'éphémér. | Distance polaire. | Correction de l'éphémér. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | (1) Cérès. | | | |
| | h m s | h m s | s | ° ′ ″ | ″ |
| Janv. 3.... | 9.38.53 | 4.30.33,34 | + 0,21 | 68. 3.55,9 | + 0,7 |
| 7.... | 9.20.49 | 4.28.11,98 | + 0,21 | 67.54. 4,9 | − 1,1 |
| 9.... | 9.11.57 | 4.27.11,56 | + 0,38 | 67.49. 1,7 | − 1,1 |
| 24.... | 8. 9.10 | 4.23.23,07 | + 0,25 | 67. 7.40,4 | − 1,6 |
| | | (72) Feronia (1). | | | |
| Janv. 3.... | 10.25. 6 | 5.16.54,15 | » | 74.31.38,2 | » |

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

| Dates. 1884. | Temps moyen de Paris. | Ascension droite. | Correction de l'éphémér. | Distance polaire. | Correction de l'éphémér. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ⑧ FLORE. | | | |
| | h m s | h m s | s | ° ′ ″ | ″ |
| Janv. 3.... | 10.31.27 | 5.23.16,31 | » | 70.25.25,6 | » |
| 9.... | 10. 3.24 | 5.18.47,99 | » | 69.59.15,5 | » |
| | | ㊾ OLYMPIA. | | | |
| Janv. 3.... | 11. 8.20 | 6. 0.15,06 | + 0,64 | » | » |
| 9.... | 10.39.50 | 5.55.19,08 | + 0,67 | 79.28.29,2 | — 2,7 |
| | | ③ JUNON. | | | |
| Janv. 9.... | 11.32.27 | 6.48. 4,75 | +10,24 | 88.32.40,8 | — 3,5 |
| 11.... | 11.22.55 | 6.46.24,46 | +10,24 | 88.18.26,4 | — 4,7 |
| 24.... | 10.22.44 | 6.37.18,52 | + 9,60 | 86.27.13,9 | — 4,0 |
| 29.... | 10. 0.41 | 6.34.54,90 | + 9,35 | 85.38.26,6 | — 4,8 |
| Févr. 7.... | 9.22.54 | 6.32.30,58 | + 8,66 | 84. 7.24,3 | — 0,1 |
| 11.... | 9. 6.55 | 6.32.15,78 | + 8,49 | 83.26.47,0 | — 0,3 |
| 12.... | 9. 3. 0 | 6.32.16,78 | + 8,41 | 83.16.41,0 | — 1,0 |
| 20.... | 8.32.48 | 6.33.31,91 | + 7,99 | 81.57.42,8 | — 1,6 |
| 27.... | 8. 7.56 | 6.36.11,76 | + 7,42 | 80.52.24,1 | — 2,4 |
| 29.... | 8. 1. 5 | 6.37.12,95 | + 7,41 | 80.34.36,6 | — 1,0 |
| Mars 1.... | 7.57.42 | 6.37.45,90 | + 7,29 | 80.25.51,4 | — 1,1 |
| 5.... | 7.44.26 | 6.40.13,54 | + 6,84 | 79.51.56,7 | — 0,8 |
| | | ⑫ VICTORIA (¹). | | | |
| Janv. 24.... | 10.42.34 | 6.57.12,41 | — 6,19 | 77.37. 7,3 | + 1,3 |
| | | ⑨ MÉTIS. | | | |
| Janv. 24.... | 10.54.13 | 7. 8.53,32 | — 8,67 | 60.19.13,3 | + 1,3 |
| | | ㉑ LUTETIA (¹). | | | |
| Janv. 24.... | 11.12.22 | 7.27. 4,75 | — 7,13 | 65.20.29,7 | — 8,1 |
| | | (230) ATHAMANTIS. | | | |
| Févr. 7.... | 11.13.22 | 8.23.17,07 | » | 85.56. 3,6 | » |
| 12.... | 10.49.16 | 8.18.50,03 | » | 85.35.46,6 | » |
| 20.... | 10.11.47 | 8.12.47,01 | » | 84.59.41,5 | » |
| | | (78) DIANE. | | | |
| Févr. 20.... | 11.31.25 | 9.32.38,70 | » | 72.54.58,8 | » |
| 23.... | 11.16.45 | 9.29.45,37 | » | 73. 0.44,7 | » |

(¹) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

| Dates. 1884. | Temps moyen de Paris. | Ascension droite. | Correction de l'éphémér. | Distance polaire. | Correction de l'éphémér. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | (78) Diane (suite). | | | |
| | h m s | h m s | s | ° ′ ″ | |
| Févr. 25.... | 11. 7. 4 | 9.27.55,69 | » | 73. 4.53,5 | » |
| 27.... | 10.57.28 | 9.26.11,33 | » | 73. 9.35,0 | » |
| 29.... | 10.47.58 | 9.24.32,98 | » | 73.14.39,7 | » |
| Mars 1.... | 10.43.16 | 9.23.46,38 | » | 73.17.22,4 | » |
| 5.... | 10.24.43 | 9.20.56,94 | » | 73.29. 8,4 | » |
| 13.... | 9.49. 9 | 9.16.49,68 | » | 73.57.22,9 | » |
| 17.... | 9.32.11 | 9.15.34,70 | » | 74.13.38,5 | » |
| 18.... | 9.28. 1 | 9.15.20,92 | » | 74.17.56,2 | » |
| 19.... | 9.23.54 | 9.15. 9,33 | » | 74.22.15,3 | » |
| 20.... | 9.19.48 | 9.14.59,95 | » | 74.26.45,0 | » |
| | | (115) Thira. | | | |
| Févr. 20.... | 11.51.34 | 9.52.50,55 | » | 84.33.11,1 | » |
| 23.... | 11.36.29 | 9.49.32,76 | » | 84.28.49,1 | » |
| 25.... | 11.26.29 | 9.47.23,97 | » | 84.25.42,9 | » |
| 27.... | 11.16.32 | 9.45.19,09 | » | 84.22.32,6 | » |
| 29.... | 11. 6.40 | 9.43.18,08 | » | 84.19.11,5 | » |
| Mars 1.... | 11. 1.45 | 9.42.19,25 | » | 84.17.35,1 | » |
| 5.... | 10.42.20 | 9.38.36,97 | » | 84.11. 4,6 | » |
| | | (57) Mnémosyne. | | | |
| Mars 5.... | 11. 3.43 | 10. 0. 3,94 | » | 93.42.58,8 | » |
| 13.... | 10.27.39 | 9.55.26,37 | » | 92.38.41,0 | » |
| | | (196) Philomèle. | | | |
| Mars 5.... | 11. 6.44 | 10. 3. 4,82 | » | 67.12. 8,9 | » |
| 17.... | 10.11.54 | 9.55.24,05 | » | 66.49.59,8 | » |
| 18.... | 10. 7.26 | 9.54.52,24 | » | 66.48.54,2 | » |
| 19.... | 10. 2.59 | 9.54.21,39 | » | 66.48.17,2 | » |
| 20.... | 9.58.34 | 9.53.51,84 | » | 66.47.42,7 | » |
| 24.... | 9.41. 4 | 9.52. 5,56 | » | 66.46.59,8 | » |
| 25.... | 9.36.45 | 9.51.42,28 | » | 66.47.11,5 | » |
| 28.... | 9.23.55 | 9.50.39,56 | » | 66.48.42,1 | » |
| 29.... | 9.19.41 | 9.50.21,21 | » | 66.49.36,3 | » |
| | | (15) Eunomia. | | | |
| Mars 12.... | 11.43.46 | 11. 7.48,62 | +15,00 | 100.42.29,6 | +112″,3 |
| 13.... | 11.38.56 | 11. 6.54,48 | +14,63 | 100.38.16,2 | +112,1 |
| 14.... | 11.34. 7 | 11. 6. 1,21 | +14,77 | 100.33.57,7 | +113,5 |
| 15.... | 11.29.18 | 11. 5. 8,13 | +14,71 | 100.29.31,0 | +113,1 |

| Dates. 1884. | Temps moyen de Paris. | Ascension droite. | Correction de l'éphémér. | Distance polaire. | Correction de l'éphémér. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **(15) Eumonia (suite).** | | | |
| | h m s | h m s | s | ° ′ ″ | ″ |
| Mars 17.... | 11.19.42 | 11. 3.23,56 | +14,72 | 100.20.19,3 | +111,7 |
| 18.... | 11.14.55 | 11. 2.32,14 | +14,78 | 100.15.37,4 | +112,9 |
| 19.... | 11.10. 8 | 11. 1.41,03 | +14,56 | 100.10.51,5 | +115,2 |
| 20.... | 11. 5.22 | 11. 0.50,88 | +14,64 | 100. 5.57,0 | +113,4 |
| 24.... | 10.45.25 | 10.56.37,17 | +14,34 | 99.45.46,4 | +113,0 |
| | | **(79) Eurynome.** | | | |
| Mars 15.... | 11.21.42 | 10.57.30,76 | » | 88.11.48,2 | » |
| 17.... | 11.12.11 | 10.55.51,67 | » | 87.57.33,1 | » |
| 18.... | 11. 7.27 | 10.55. 3,64 | » | 87.50.29,4 | » |
| 19.... | 11. 2.44 | 10.54.16,06 | » | 87.43.33,5 | » |
| 20.... | 10.58. 2 | 10.53.29,39 | » | 87.36.38,6 | » |
| 24.... | 10.39.22 | 10.50.33,14 | » | 87. 9.35,4 | » |
| 28.... | 10.21. 1 | 10.47.55,46 | » | 86.44. 2,0 | » |
| 29.... | 10.16.29 | 10.47.19,06 | » | 86.38. 7,5 | » |
| | | **(11) Parthénope.** | | | |
| Mars 17.... | 11.21. 8 | 11. 4.49,77 | — 2,06 | 78.40. 1,1 | — 12,0 |
| 18.... | 11.16.22 | 11. 3.59,23 | — 2,01 | 78.34. 6,0 | — 11,9 |
| 20.... | 11. 6.51 | 11. 2.19,79 | — 2,27 | 78.22.41,8 | — 10,0 |
| 24.... | 10.47.59 | 10.59.11,16 | — 2,07 | 78. 1.33,1 | — 12,4 |
| 28.... | 10.29.23 | 10.56.18,14 | » | 77.43. 3,5 | » |
| 29.... | 10.24.46 | 10.55.37,40 | » | 77.38.49,3 | » |
| | | **(61) Danaé.** | | | |
| Mars 17.... | 11.47.16 | 11.31. 2,19 | — 1,36 | » | |
| 19.... | 11.37.40 | 11.29.17,46 | — 1,40 | 97.56.39,0 | + 5,6 |
| 20.... | 11.32.52 | 11.28.25,65 | — 1,18 | 97.54.34,1 | + 8,7 |
| 24.... | 11.13.44 | 11.25. 0,64 | — 1,24 | 97.45.27,9 | + 7,2 |
| 29.... | 10.49.59 | 11.20.54,81 | — 1,25 | » | » |
| | | **(82) Alcmène.** | | | |
| Mars 17.... | 11.50.29 | 11.34.15,96 | + 0,42 | 84.14.24,9 | + 0,4 |
| 18.... | 11.45.43 | 11.33.25,64 | + 0,48 | 84.10.46,2 | — 0,6 |
| 19.... | 11.40.58 | 11.32.35,75 | + 0,49 | 84. 7.14,7 | + 0,3 |
| 20.... | 11.36.12 | 11.31.46,36 | + 0,45 | 84. 3.49,4 | + 1,9 |
| 24.... | 11.17.19 | 11.28.35,87 | + 0,44 | 83.51. 4,3 | + 0,9 |
| 28.... | 10.58.39 | 11.25.39,67 | + 0,30 | 83.40.15,7 | — 1,0 |
| 29.... | 10.54. 2 | 11.24.58,51 | + 0,42 | 83.37.56,5 | + 0,9 |

| Dates. 1884 | Temps moyen de Paris. | Ascension droite. | Correction de l'éphémér. | Distance polaire. | Correction de l'éphémér. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | (189) Phthia. | | | |
| | h m | h m s | | ° ′ ″ | |
| Mars 19.... | 10.46.25 | 10.37.54,55 | » | 86.35.42,5 | » |
| 20.... | 10.41.46 | 10.37.11,62 | » | 86.28.46,6 | » |
| 28.... | 10. 5.23 | 10.32.14,68 | » | 85.36.17,8 | » |
| 29 ... | 10. 0.56 | 10.31.43,46 | » | 85.30.24,6 | » |

» Les comparaisons de Cérès et de Junon se rapportent aux éphémérides du *Nautical Almanac;* celles de Parthénope et d'Alcmène aux éphémérides publiées dans le n° 1 du *Bulletin astronomique;* les autres aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch.*

» Les observations des 11 janvier, 11 et 12 février, 12, 14 et 15 mars ont été faites par M. *P. Puiseux,* toutes les autres par M. *H. Renan.* »

OPTIQUE. — *Sur la vision dans ses rapports avec les contrastes des couleurs.* Note de M. **Chevreul.**

« Cinquante-six ans sont écoulés depuis que j'ai fait la découverte du *contraste simultané des couleurs.* J'en formulai les effets en disant que *deux couleurs différentes juxtaposées* semblent à la vue perdre de ce qu'elles peuvent avoir d'identique ou, en d'autres termes, qu'elles apparaissent à l'œil comme si la complémentaire de l'une s'ajoutait à l'autre.

» Depuis cinquante-six ans cet énoncé ne s'est pas trouvé en défaut; j'ai donc raison de le croire *vrai,* et d'autant plus que la découverte du *contraste rotatif,* faite postérieurement au mois de février de l'année 1878, lui a donné une précision dont il avait manqué jusque-là. Cette précision, il la doit à la *pirouette* que je qualifie de *complémentaire,* parce que, composée d'un cercle de $0^m,14$ à $0^m,20$ de diamètre, traversé par une broche à tricoter n° 8, une de ses moitiés diamétrales étant d'une *couleur* A et l'autre *blanche,* en lui imprimant un mouvement de rotation de 170 tours au plus et au moins de 60 par minute, en fixant les yeux sur le centre de la pirouette, la moitié blanche apparaît bientôt de la *couleur* C, complémentaire de la couleur A, et, la rotation pouvant être continuée indéfiniment, la sensation de C peut être portée, pour des yeux bien organisés, à un ton des plus élevés; dès lors cet instrument, bien simple, devient un moyen excellent pour savoir si toute personne a les yeux bien organisés pour juger des

*couleurs-signaux*, soit des drapeaux pour les chemins de fer, soit pour les pavillons et les flammes colorées des phares.

» Conformément à ma manière d'envisager la *méthode a posteriori* de Newton et telle que je n'ai pas cessé de la pratiquer dans mes recherches sur la vision, ma certitude est acquise, eu égard à son excellence; il n'y a donc plus, à mon sens, d'hésitation sur sa valeur, et ce qui confirme ma foi en elle, après la découverte du *contraste rotatif*, c'est l'adhésion même de savants à l'hypothèse par laquelle Thomas Young a combattu les vues de Newton sur la vision des couleurs, en n'en admettant que trois simples, à savoir : le *rouge*, le *vert* et le *violet*, et, cette adhésion ayant persisté après mes publications sur les contrastes des couleurs, le doute ne m'est plus permis sur l'erreur de l'existence des trois couleurs simples de Thomas Young.

» Effectivement, comment concevoir qu'un système de couleurs ne comprend pas explicitement le *jaune*? qu'on ne tient pas compte des *couleurs* qualifiées de *complémentaires*, selon l'heureuse expression de Hassenfratz? Comment ne pas s'expliquer sur le principe du *mélange des couleurs*, à savoir qu'on fait de l'*orangé* avec du *rouge* et du *jaune*, du *violet* avec du *rouge* et du *bleu*, et du *vert* avec du *jaune* et du *bleu*, depuis un temps immémorial?

» Mes conclusions, aujourd'hui, sont donc les suivantes :

» On ne pourrait admettre comme *primitives* les trois couleurs de Thomas Young, le *rouge*, le *vert* et le *violet* :

» 1° Qu'après avoir démontré la raison pour laquelle on exclut le jaune des couleurs primitives;

» 2° Qu'après avoir démontré que la distinction d'un contraste simultané de ton et de couleur, que le contraste successif et le contraste rotatif n'existent pas.

» 3° Qu'enfin il n'existe pas plus de principe de *contrastes de tons et de couleurs* que de principe du *mélange* d'après lequel on admet depuis un temps immémorial que le *rouge* et le *jaune* font de l'*orangé*, que le *rouge* et le *bleu* font du *violet*, et le *jaune* et le *bleu* du *vert*.

» Quoiqu'on n'ait connu le *principe des contrastes* que depuis Newton, toutes les distinctions qu'il a faites relativement à la diversité des couleurs s'accordent avec le principe de leurs contrastes. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre libre, en remplacement de feu M. *du Moncel*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 65,

| | | |
|---|---|---|
| M. Cailletet obtient | . . . . . . . . 36 | suffrages. |
| M. Laussedat » | . . . . . . . . 15 | » |
| M. Tisserand » | . . . . . . . . 12 | » |
| M. Trève » | . . . . . . . . 2 | » |

M. **Cailletet**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place de Secrétaire perpétuel, devenue vacante par suite du décès de M. *Dumas*.

Cette Commission doit se composer de six Membres pris dans les Sections de Sciences physiques et du Président en exercice.

Les Membres qui réunissent la majorité des suffrages sont :

MM. **Milne Edwards**, **Boussingault**, **Chevreul**, **Gosselin**, **Daubrée**, **Duchartre**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1884.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

*Prix Lalande* (*Astronomie*) : MM. Tisserand, Faye, Mouchez, Lœwy et Wolf réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Janssen et Bouquet de la Grye.

*Prix Valz* (*Astronomie*) : MM. Tisserand, Faye, Wolf, Janssen et Mouchez réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Lœwy et Bouquet de la Grye.

*Grand prix des Sciences mathématiques* (*Application de l'électricité à la*

*transmission du travail*) : MM. Tresca, Jamin, Becquerel, Cornu et Lévy réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Fizeau.

*Prix Montyon* (*Statistique*) : MM. Haton de la Goupillière, Lalanne, Boussingault, de Freycinet et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. H. Mangon et Darboux.

*Prix Vaillant* (*Nouvelles recherches sur les fossiles faites dans une région qui, depuis un quart de siècle, n'a été que peu explorée sous le rapport paléontologique*) : MM. Hébert, de Quatrefages, A. Gaudry, Daubrée et H. Milne Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. A. Milne-Edwards et Fouqué.

## MÉMOIRES LUS.

M. le contre-amiral **Serres** donne lecture d'un Mémoire « Sur le modèle de trière du Musée du Louvre ».

(Renvoi à la Section de Navigation.)

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur le lieu de formation de l'urée.* Mémoire de MM. **Gréhant** et **Quinquaud**, présenté par M. Bouley. (Extrait par les auteurs.)

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

« Malgré des travaux importants faits en France et à l'étranger, l'avis unanime des savants est que ni le lieu, ni le mode de formation de l'urée ne sont encore déterminés. Pour élucider cette question, nous avons entrepris de nouvelles expériences. La méthode suivie consiste à comparer la quantité d'urée contenue dans le sang qui se rend à un organe avec la quantité renfermée dans le sang qui en provient.

» Nous avons choisi, en le perfectionnant dans certains détails, le procédé de dosage de l'urée décrit par M. Gréhant. Nous avons fait un extrait alcoolique du sang préalablement pesé; nous l'avons introduit dissous

dans le vide et nous l'avons traité plusieurs fois par une solution obtenue en versant un grand excès d'acide nitrique pur sur un globule de mercure, dont le poids est le même dans tous les dosages; cette liqueur verte décompose les moindres traces d'urée en volumes égaux d'azote et d'acide carbonique, que nous analysons après les avoir recueillis dans des cloches graduées.

» Les nombreux dosages exécutés par nous permettent de constater que, pour le même animal, le sang des veines sus-hépatiques, des veines spléniques et celui de la veine porte contiennent toujours plus d'urée que le sang artériel pris dans la carotide; d'où nous pouvons conclure que les viscères abdominaux sont le siège d'une formation continue d'urée.

» En voici la démonstration :

*Sang des veines spléniques.*

| | | Urée. |
|---|---|---|
| | | mgr |
| I. | 100gr de sang d'une veine splénique contenaient | 33,7 |
| | » de l'artère carotide | 24,5 |
| II. | 100gr de sang d'une veine splénique | 35,9 |
| | » de l'artère carotide | 29,7 |
| III. | 100gr de sang d'une veine splénique | 53,1 |
| | » de l'artère carotide | 36,8 |

» Dans tous les cas, le sang qui provient de la rate renferme *plus d'urée* que le sang qui s'y rend.

*Sang de la veine porte.*

| | | Urée. |
|---|---|---|
| | | mgr |
| I. | 100gr de sang de la veine porte renfermaient | 42,5 |
| | » de l'artère carotide | 36,8 |
| II. | 100gr de sang de la veine porte | 52 |
| | » de l'artère carotide | 40 |
| III. | 100gr de sang de la veine porte | 89 |
| | » de l'artère carotide | 82 |

» Le sang de la veine porte contient *plus d'urée* que le sang artériel.

*Sang des veines sus-hépatiques.*

| | | Urée. |
|---|---|---|
| | | mgr |
| I. | 100gr de sang des veines sus-hépatiques contenaient | 66 |
| | » de l'artère carotide | 56,9 |
| II. | 100gr de sang des veines sus-hépatiques | 52,9 |
| | » de l'artère carotide | 38,5 |
| III. | 100gr de sang des veines sus-hépatiques | 46,7 |
| | » de l'artère carotide | 38,8 |

» Par contre, les sangs artériel et veineux des membres et de la tête renferment sensiblement la *même proportion d'urée*. En voici des exemples :

| | | Urée. |
|---|---|---|
| | | mgr |
| I. | 100gr de sang de l'artère fémorale contenaient | 31,8 |
| | » de la veine fémorale | 31 |
| II. | 100gr de sang de la veine jugulaire | 51,1 |
| | » de l'artère carotide | 51,5 |
| | 100gr de sang de la veine fémorale (bout périphérique) | 59 |
| | » de l'artère carotide | 57,9 |
| III. | 100gr de sang de la veine fémorale | 55 |
| | » de l'artère carotide | 53,4 |
| | 100gr de sang de la veine jugulaire | 54 |
| | » de l'artère carotide | 52 |

*Chyle et lymphe.*

| | | Urée. |
|---|---|---|
| | | mgr |
| I. | 100gr de chyle et de lymphe renfermaient | 93 |
| | 100gr de sang de l'artère carotide | 54,7 |
| II. | 100gr de chyle | 101 |
| | 100gr de sang de l'artère carotide | 82,3 |
| | » de la veine splénique | 89 |
| III. | 100gr de chyle contenaient | 46 |
| | 100gr de sang de l'artère carotide | 43,9 |

» Le chyle et la lymphe que nous avons recueillis dans le canal thoracique, après la section du bulbe et en pratiquant la respiration artificielle, ont toujours été trouvés plus riches en urée que le sang artériel et que les sangs veineux [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale, dirigé par M. le professeur Ch. Rouget.

PHYSIOLOGIE. — *Études expérimentales sur les propriétés anesthésiques des dérivés chlorés du formène.* Note de MM. **J. Regnauld** et **Villejean**, présentée par M. Vulpian.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

« Grâce aux expériences de Flourens et surtout aux travaux physiologiques et cliniques de Simpson, le chloroforme, ou *formène trichloré*, a presque remplacé l'éther et est devenu l'anesthésique principal de la grande Chirurgie.

» Les dangers, heureusement rares, que fait courir son inhalation, les limites étroites qui séparent les doses thérapeutiques des doses mortelles (zone maniable de M. P. Bert), les accidents gastriques qui souvent accompagnent ou suivent son administration, ont conduit un grand nombre de physiologistes et de chirurgiens à chercher un agent inoffensif doué de ses propriétés précieuses. Ces tentatives ne sauraient être trop encouragées, bien que jusqu'ici elles n'aient point été couronnées de succès.

» Abstraction faite des mélanges de protoxyde d'azote et d'air sous pression appliqués heureusement par M. P. Bert à des opérations de longue durée, un seul anesthésique, le *formène bichloré* ou *chlorure de méthylène* conserve quelques partisans dans le monde chirurgical.

» Il semble même, à la lecture de certains ouvrages, que si ce composé n'a pas pris sur le chloroforme une suprématie méritée, le fait tient aux difficultés actuelles de sa préparation et par suite à son prix extrêmement élevé. L'examen expérimental de cette appréciation favorable est l'objet du Travail actuel.

» Dans un Mémoire antérieur, nous avons fait connaître les expériences chimiques qui nous ont permis de constater que les produits livrés aux chirurgiens sous le nom de *chlorure de méthylène* ne doivent être admis à l'usage que sous bénéfice d'inventaire.

» Les nombreux échantillons que nous avons étudiés et analysés minutieusement ne contenaient pas trace de ce dérivé chloré du formène : en France, c'était du chloroforme presque pur, renfermant à peine un centième d'alcool éthylique; en Angleterre, c'était un mélange plus spécieux, bouillant à une température fixe de $+ 53°$ et formé de quatre volumes de chloroforme et d'un volume d'alcool méthylique.

» Il serait téméraire de conclure de ces analyses que jamais le formène

bichloré (*chlorure de méthylène*) $\text{G}H^2Cl^2$ n'a été expérimenté par les physiologistes ou administré en inhalation par les chirurgiens. Pourtant voici des faits qui, sur le dernier point au moins, rendent le doute légitime.

» A l'aide du procédé décrit dans notre précédent Travail, le formène bichloré absolument pur a été recueilli en quantité suffisante pour permettre de comparer ses propriétés anesthésiques à celles du chloroforme. Mais, avant de nous soumettre à ces inhalations ou de les tenter dans un service chirurgical, il nous a paru sage de faire un certain nombre d'essais sur les animaux.

» Les inhalations de chloroforme et de formène bichloré ont été pratiquées sur des chiens à l'aide du petit appareil de Junker. Une seule fois nous avons mis à profit, pour le formène bichloré, les gazomètres usités par M. P. Bert pour le titrage de l'air et des vapeurs de chloroforme.

» La relation détaillée de ces observations se trouve dans le Mémoire complet. La présente Note résume les faits nouveaux, la succession normale des phénomènes pendant et après l'inhalation, et enfin le nombre des expériences.

» Les phases de l'anesthésie chloroformique s'étant montrées conformes aux descriptions classiques, cinq expériences seulement ont suffi comme points de repère.

» Traçons la marche générale de l'anesthésie produite par le formène bichloré $\text{G}H^2Cl^2$ telle qu'elle résulte de quinze expériences dont voici le résumé exact et typique.

» Les seules différences dignes d'être notées ne touchent en aucune façon à la nature des phénomènes, elles portent uniquement sur la rapidité et l'intensité variables de leur apparition et de leur durée, suivant l'énergie et la fréquence des mouvements respiratoires exécutés par l'animal.

» *Après une demi-minute.* — Début de l'agitation; le chien pousse de légers cris.

» *Une minute et demie.* — Dilatation pupillaire; commencement d'insensibilité cornéenne; *nystagmus.*

» *Deux minutes.* — Abolition complète des réflexes cornéens et palpébraux; insensibilité générale; *nystagmus persistant.*

» *Trois minutes.* — *Mouvements cloniques simulant la marche ou mieux la natation;* les quatre membres et la queue y prennent part. (Ces symptômes sont constants lorsque les mouvements respiratoires sont normaux.)

» *Quatre minutes.* — Les mêmes phénomènes persistent; fin de l'inhalation.

» L'animal étant détaché et abandonné à lui-même, on constate que les mouvements cloniques dans les muscles des membres, de la face, de la région prépharyngienne et même du diaphragme continuent.

» *Six minutes.* — Commencement de la période de retour; le réflexe cornéen reparaît, mais *la contracture des mâchoires* existe encore, bien que l'insensibilité n'ait pas entièrement cessé.

» *Sept minutes.* — *Attaque épileptiforme ou choréiforme.* (Phénomène fréquent, mais non constant.)

» *Neuf minutes.* — Retour à un calme relatif; le chien présente encore de la contracture, surtout dans les muscles des mâchoires et du cou.

» *Onze minutes.* — Les phénomènes diminuent d'intensité; l'animal essaye de se redresser, mais ses pattes s'arc-boutent à peu près comme dans l'intoxication strychnique.

» *Vingt-deux minutes.* — L'animal, atteint d'un strabisme convergent, ne peut encore ouvrir les mâchoires.

» *Vingt-deux à trente minutes.* — Les symptômes vont en diminuant jusqu'à un retour presque complet à l'état normal. Cependant, après ce temps, le chien, dont les mâchoires peuvent être desserrées, tient obstinément la tête baissée, ne répond pas à l'appel de son gardien et *semble* en proie à une sorte d'hallucination.

» La comparaison de ces phénomènes avec ceux que présentent les mêmes animaux chloroformisés met en évidence un contraste frappant dans l'ensemble des symptômes autres que l'insensibilité.

» L'influence du chloroforme amène avec l'anesthésie une *résolution générale* précieuse pour les applications de cet agent aux opérations chirurgicales. Le *formène bichloré* produit au contraire un état de *contracture* persistant après l'inhalation et alternant fréquemment avec des *mouvements cloniques* et des *crises épileptiformes* ou *choréiques*.

» Ces symptômes, souvent effrayants, sont tellement contraires aux indications thérapeutiques qu'il est impossible de songer à utiliser un tel agent et qu'il est vraiment permis de se demander si jamais cette substitution aventureuse a été tentée par un chirurgien.

» Les quinze inhalations de formène bichloré ont été pratiquées sur des chiens de grande taille, vigoureux et bien portants.

» Obligés de supprimer ici les détails et les développements, ajoutons néanmoins que des résultats concordants ont été observés sur divers animaux (lapins, oiseaux, grenouilles).

» Ces singuliers phénomènes physiologiques n'ont pas été mentionnés par les auteurs qui se sont occupés du formène bichloré et méritent d'être signalés à l'attention des savants et en particulier des chirurgiens. Ils nous ont conduits à entreprendre la revision des propriétés physiologiques et thérapeutiques du formène et de ses dérivés chlorés.

» Déjà nous sommes en possession de plusieurs faits curieux relatifs au formène et à ses dérivés mono et tétrachloré, mais nos expériences ne sont pas actuellement assez nombreuses pour permettre une généralisation.

Les lenteurs qu'entraîne la préparation d'une quantité considérable de produits, dont la purification absolue est difficile autant qu'indispensable, nous obligent à différer leur publication. »

MM. J.-S. et M.-N. Vaněček adressent à l'Académie, pour le concours du prix Francœur, un Mémoire intitulé : « Sur l'inversion générale ».

(Renvoi à la Commission du prix Francœur.)

M. J. Girard adresse un Mémoire pour le concours du prix Gay (Montrer comment les caractères topographiques du relief du sol sont une conséquence de sa constitution géologique, etc.).

(Renvoi à la Commission du prix Gay.)

M. A. Netter adresse, pour le concours du prix Bréant, un Mémoire intitulé : « Rôle pathogénique de l'altération épithéliale de la muqueuse intestinale dans le choléra ».

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. Gaetano Arcara Notaro adresse une Communication relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

L'Académie reçoit, pour le concours du prix Jérôme Ponti, les Mémoires dont les titres suivent :

M. P. Garrigou-Lagrange. — La mécanique des atomes.

M. Eug. Turpin. — Application de la panclastite aux usages militaires.

Ce Mémoire est accompagné de documents manuscrits et imprimés sur « la Panclastite ».

MM. J.-S. et M.-N. Vaněček. — Sur les lieux géométriques des dimensions supérieures.

(Renvoi à la Commission du prix Jérôme Ponti.)

M. Trouillot demande l'ouverture d'un pli cacheté inscrit le 18 février 1884, sous le n° 3754.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note relative au renversement des images lumineuses sur la rétine.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Alb. Rivaud** adresse une Communication « Sur l'oïdium et le Phylloxera ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **L. Andrieu** soumet au jugement de l'Académie une Communication sur la cause des effets différents du soufrage dans les maladies de la vigne, telles que l'oïdium, l'anthracnose, le mildew et le rougeot.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *Germain Bapst*, intitulé : « Études sur l'étain dans l'antiquité et au moyen âge. Orfèvrerie et Industries diverses ». (Présenté par M. Pasteur.)

Le **Conseil d'Administration de la Société nationale d'Horticulture de France** informe l'Académie de la perte douloureuse que vient de faire la Science agricole dans la personne de M. *Alphonse Lavallée,* Président de la Société d'Horticulture.

MM. **Balbiani**, **J. Chatin**, **Étard** et **Parfait** adressent leurs remerciements à l'Académie pour les récompenses dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. **Ém. Mer** informe l'Académie qu'il est l'auteur du Mémoire portant pour épigraphe : *Hoc opus, hic labor est,* inscrit sous le n° 1 pour le concours de 1883 du prix Bordin (Influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs), Mémoire auquel l'Académie a accordé un encouragement de 1000$^{fr}$.

Le pli cacheté renfermant le nom de l'auteur est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, qui lit le nom de M. *Emile Mer.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des quaternions.* Note de M. **Ed. Weyr**, présentée par M. Hermite.

« Comme l'a remarqué M. Sylvester, la théorie des quaternions est identique avec la théorie des matrices binaires. En effet, en posant

$$1 = \begin{matrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{matrix}, \quad i = \begin{matrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{matrix}, \quad j = \begin{matrix} 0 & \sqrt{-1} \\ \sqrt{-1} & 0 \end{matrix}, \quad k = \begin{matrix} \sqrt{-1} & 0 \\ 0 & -\sqrt{-1} \end{matrix},$$

les matrices 1, $i$, $j$, $k$ obéissent aux lois de Hamilton [1], et le quaternion $w + xi + yj + zk$ se change dans la matrice binaire

$$\begin{matrix} w + z\sqrt{-1} & x + y\sqrt{-1} \\ -x + y\sqrt{-1} & w - z\sqrt{-1} \end{matrix}.$$

» Dans ce qui suit, je veux étudier la périodicité de la fonction exponentielle et donner les valeurs que prend la fonction inverse en supposant que les arguments soient des quaternions.

» M étant une matrice binaire quelconque aux racines latentes $\mu_1$ et $\mu_2$, on a, d'après la seconde loi de mouvement algébrique de M. Sylvester (*Comptes rendus*, 28 avril 1884),

$$e^{M} = \frac{e^{\mu_1} - e^{\mu_2}}{\mu_1 - \mu_2} M + \frac{\mu_1 e^{\mu_2} - \mu_2 e^{\mu_1}}{\mu_1 - \mu_2}.$$

Nous appellerons L une période de la fonction exponentielle si l'on a, M étant arbitraire,

$$(1) \qquad e^{M+L} = e^{M}.$$

A l'aide de la formule ci-dessus, cette équation prend la forme

$$\alpha(M + L) + \beta = \gamma M + \delta,$$

$\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$ étant des quantités scalaires. Puisque M est arbitraire, cette matrice ne peut être exprimée algébriquement par L, ce qui exige qu'on ait $\alpha = \gamma$; donc L se réduit à la quantité scalaire $\frac{\delta - \beta}{\alpha}$. Maintenant l'équation (1) peut être écrite

$$e^{M} e^{L} = e^{M},$$

(1) Voir une remarque faite par M. Cayley dans son Mémoire : *On the Theory of Matrices* (*Philos. Transactions of the R. Society of London*, vol. CXLVIII, art. 45).

ce qui donne

$$e^{L} = 1;$$

d'où

$$L = 2k\pi\sqrt{-1},$$

$k$ étant un entier. Ainsi on ne trouve que la période scalaire $2\pi\sqrt{-1}$.

Bornons-nous maintenant au cas des quaternions coplanaires; alors l'équation (1) donne $e^{L} = 1$, c'est-à-dire

$$\frac{e^{\lambda_1} - e^{\lambda_2}}{\lambda_1 - \lambda_2} L + \frac{\lambda_1 e^{\lambda_2} - \lambda_2 e^{\lambda_1}}{\lambda_1 - \lambda_2} = 1;$$

$\lambda_1$ et $\lambda_2$ désignent les racines de L, et nous les supposons d'abord distinctes. En supposant que L soit une matrice non scalaire, on doit avoir

$$e^{\lambda_1} - e^{\lambda_2} = 0, \quad \frac{\lambda_1 e^{\lambda_2} - \lambda_2 e^{\lambda_1}}{\lambda_1 - \lambda_2} = 1,$$

ce qui exige $e^{\lambda_1} = e^{\lambda_2} = 1$. On a donc

$$\lambda_1 = 2k_1\pi\sqrt{-1}, \quad \lambda_2 = 2k_2\pi\sqrt{-1},$$

les entiers $k_1$ et $k_2$ étant différents. L est supposé coplanaire avec M; donc

$$L = \alpha M + \beta,$$

$$\lambda_1 = \alpha\mu_1 + \beta, \quad \lambda_2 = \alpha\mu_2 + \beta,$$

d'où

$$\alpha = \frac{2(k_1 - k_2)\pi\sqrt{-1}}{\mu_1 - \mu_2}, \quad \beta = \frac{2(k_2\mu_1 - k_1\mu_2)\pi\sqrt{-1}}{\mu_1 - \mu_2},$$

et la période cherchée

$$L = \frac{2\pi\sqrt{-1}}{\mu_1 - \mu_2}[(k_1 - k_2)M + k_2\mu_1 - k_1\mu_2].$$

» Posons $k_1 - k_2 = l$, nous aurons

$$L = 2\pi\sqrt{-1}\left(l\frac{M - \mu_2}{\mu_1 - \mu_2} + k_2\right);$$

L est donc une somme des multiples entiers des deux périodes

$$2\pi\sqrt{-1}, \quad 2\pi\sqrt{-1}\frac{M - \mu_2}{\mu_1 - \mu_2}.$$

» Supposons maintenant qu'on ait $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$. Dans ce cas, la formule

de M. Sylvester donne

$$e^{\mathrm{L}} = e^{\lambda}\mathrm{L} + e^{\lambda} - \lambda e^{\lambda};$$

L étant une période, on devrait avoir $e^{\lambda} = 0$, $e^{\lambda}(1 - \lambda) = 1$, ce qui est impossible.

» On trouve donc que, dans le système des quaternions coplanaires avec M, la fonction exponentielle possède les deux périodes primitives

$$\omega = 2\pi\sqrt{-1}, \quad \omega' = 2\pi\sqrt{-1}\,\frac{\mathrm{M} - \mu_2}{\mu_1 - \mu_2},$$

dont la première est scalaire, la seconde non scalaire.

Si l'on remplace M par une matrice quelconque $\alpha\mathrm{M} + \beta$ du système coplanaire, $\mu_1$ et $\mu_2$ se trouvent remplacés par $\alpha\mu_1 + \beta$ et $\alpha\mu_2 + \beta$ et la valeur $\omega'$ ne change point, comme cela doit être. Choisissons donc pour M celui des quaternions coplanaires qui se réduit à un vecteur de longueur 1. Nous aurons

$$\mathrm{M} = i' = xi + yj + 2k = \begin{matrix} z\sqrt{-1}, & x + y\sqrt{-1} \\ -x + y\sqrt{-1}, & -z\sqrt{-1} \end{matrix}$$

et $a^2 + y^2 + z^2 = 1$. Donc

$$\mu_1 + \mu_2 = 0, \quad \mu_1\mu_2 = 1, \quad \mu_1 = \sqrt{-1}, \quad \mu_2 = -\sqrt{-1},$$

de sorte que

$$\omega = 2\pi\sqrt{-1}, \quad \omega' = \pi(i' + \sqrt{-1}).$$

» Hamilton donne dans ses *Elements of Quaternions* la période $2\pi i'$ (art. **241**, **242**), qui évidemment n'est pas primitive; car on a

$$2\pi i' = 2\omega' - \omega,$$

tandis qu'il est impossible d'exprimer $\omega'$ par $2\pi\sqrt{-1}$ et $2\pi i'$. D'ailleurs il serait facile de déduire les deux périodes $\omega$ et $\omega'$ de la formule (*Elements of Quaternions*, art. **241**)

$$e^q = e^x(\cos y + i' \sin y),$$

$q$ étant mis sous la forme $x + i'y$.

» Passons maintenant à la fonction inverse. Le logarithme de M étant défini par l'équation

$$e^{\log \mathrm{M}} = \mathrm{M},$$

on a de suite

$$\log \mathrm{M} = \frac{\log\mu_1 - \log\mu_2}{\mu_1 - \mu_2}\mathrm{M} + \frac{\mu_1\log\mu_2 - \mu_2\log\mu_1}{\mu_1 - \mu_2} + k\omega + k'\omega',$$

$k$ et $k'$ étant des entiers quelconques. Ici il suffit de donner aux logarithmes de $\mu_1$ et de $\mu_2$ une quelconque de leurs valeurs; car, en ajoutant des multiples de $2\pi\sqrt{-1}$, on ne fait qu'ajouter des multiples de $\omega$ et de $\omega'$. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le régime de circulation de la masse fluide du Soleil.* Note du P. **Lamey**, présentée par M. d'Abbadie.

« J'aurai prochainement l'honneur d'offrir à l'Académie le tirage à part d'un travail *Sur le régime de circulation de la masse fluide du Soleil,* lequel doit paraître dans le tome X des *Mémoires de l'Académie de Savoie;* qu'il me soit permis d'en exposer aujourd'hui la substance. Partant de cette idée, généralement admise, de la fluidité totale de la masse solaire, idée que je prends comme *postulatum,* j'essaye de montrer que, en vertu du refroidissement incessant de la couche superficielle, la masse entière doit se maintenir en circulation; le circuit qui en résulte peut être représenté par un tracé géométrique fort simple, ayant avec la surface du globe solaire plusieurs points de tangence.

» Si ce tracé représente suffisamment la réalité, les points de tangence, les seuls accessibles à l'observation, doivent satisfaire complètement aux conditions du problème. Or la confrontation rigoureuse des faits avec la théorie permet, je crois, d'établir que la concordance est aussi satisfaisante que possible; elle fait dès lors ressortir la relation intime que tous les phénomènes solaires ont les uns avec les autres. Du moins, c'est ainsi que j'explique la distribution générale des taches à la latitude voulue des deux zones royales, leur double mouvement en latitude, la périodicité undécennale de l'activité solaire, les variations selon les parallèles du mouvement des taches en latitude, la conservation de l'énergie solaire, l'inégalité de la période de croissance et de décroissance de l'activité superficielle, l'oscillation périodique de la zone royale d'une basse à une haute latitude, l'inégalité d'activité des deux hémisphères, la variation de la vitesse de rotation d'après la latitude, l'inclinaison générale des protubérances hydrogénées, et enfin les configurations caractéristiques de la couronne. Outre ces phénomènes dont les lois empiriques sont généralement reconnues, la théorie fait prévoir l'existence régulière de plusieurs autres phénomènes sur lesquels l'observation n'a pu fournir jusqu'à ce jour que des renseignements incomplets : je les ai néanmoins formulés afin de faire subir à la théorie que je développe une sorte de contre-épreuve plus ou moins prochaine. Du

reste, je n'ai fait aucune hypothèse, le *postulatum* que j'ai pris comme point de départ étant en définitive vérifié *a posteriori*. »

HYDRAULIQUE. — *Eruption du Krakatoa. Vitesse de propagation des ondes marines*. Note de M. **Érington de la Croix**, présentée par M. de Quatrefages.

« Dans le calcul de la vitesse des ondes liquides venant du Krakatoa, j'ai oublié de tenir compte de la différence de longitude en temps. Les corrections suivantes doivent donc être faites à ma première Communication :

» 1° Le phénomène de la vague a pris naissance à Krakatoa à midi; il s'est fait sentir à la Pointe de Galles à $1^h 30^m$; or

| | |
|---|---|
| Longitude de Krakatoa.................. | 103°. 2′ environ. |
| Longitude de la Pointe-de-Galles....... | 78.52 |
| Différence en longitude..... | 24.10 |
| Différence en temps..................... | $1^h 37^m$ |

» Soit $3^h 7^m$, temps employé pour la propagation du mouvement.

» La distance entre les deux points est de $3110^{km}$ environ. La rapidité de translation a donc été de $277^m,77$ par seconde.

» 2° Le même phénomène s'est fait sentir à Port-Louis, dit-on dans les journaux, à $2^h 30^m$ :

| | |
|---|---|
| Longitude de Krakatoa...................... | 103°.02′ |
| Longitude de Port-Louis.................... | 55.12 |
| Différence en longitude..... | 47.50 |
| Différence en temps.......................... | $3^h 11^m$ |

» Soit $5^h 41^m$ pour le temps employé. La distance entre les deux points est de $5500^{km}$. La vitesse a donc été de $270^m$ par seconde.

» La moyenne des résultats est $273^m,50$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique des sels anhydres liquides et solides.* Note de M. **Foussereau**, présentée par M. Jamin [1].

« I. La recherche de la résistance électrique des sels fondus présente un certain intérêt, en raison de la constitution particulièrement simple de ces corps qu'aucun dissolvant étranger ne vient compliquer. Toutefois les hautes températures auxquelles il faut opérer et les perturbations que la polarisation des électrodes ne manque pas d'apporter quand on fait usage des méthodes galvanométriques ont rendu jusqu'ici cette détermination incertaine. M. Lippmann a indiqué, pour la mesure des résistances des liquides, une méthode générale consistant à introduire dans le circuit d'un élément Daniell une colonne du liquide et une résistance métallique graduée. La différence de potentiel entre des dérivations prises en deux points du liquide peut ensuite être équilibrée par celle qui se développe entre deux points du fil métallique.

» Pour appliquer ce principe, j'ai fait usage d'un tube de cristal cylindrique de $0^{cm},8$ de diamètre intérieur et de $12^{cm}$ de longueur, communiquant par des ouvertures très étroites avec quatre branches verticales de même diamètre, dans le liquide desquelles plongeaient autant de fils de platine. Les branches extrêmes servaient à faire passer le courant; les branches du milieu, distantes de $6^{cm}$, constituaient les dérivations. Le tout était immergé dans un bain liquide formé de la substance même sur laquelle on expérimentait. Les dérivations, prises sur la résistance métallique, étaient d'abord mises en communication avec les armatures d'un condensateur qui prenaient la différence de potentiel correspondante, puis se maintenaient en équilibre électrique. A ce moment on intercalait sur une des deux branches ainsi constituées un électromètre Lippmann qui demeurait au zéro. Enfin, on substituait au moyen d'un commutateur les dérivations liquides aux dérivations métalliques. L'électromètre devait rester au zéro, le condensateur chargé restant en équilibre, si la nouvelle différence électrique était égale à la première.

» J'ai pu opérer ainsi sur plusieurs sels dont les points de fusion sont placés assez bas pour que la conductibilité du verre puisse être regardée comme pratiquement infinie par rapport à celle de la substance fondue.

---

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne.

Ces recherches m'ont fourni pour les résistances spécifiques les résultats extrêmes suivants :

| Noms des sels. | Températures. | Résistances. |
|---|---|---|
| | ° | ohm |
| Azotate de potasse..... | 329 | 1,66 |
| | 355 | 1,31 |
| Azotate de soude...... | 300 | 2,27 |
| | 356 | 1,50 |
| Azotate d'ammoniaque.. | 154 | 3,09 |
| | 188 | 2,09 |
| $1^{éq}KO, AzO^5 + 1^{éq}NaO, AzO^5$.. | 219 | 2,40 |
| | 355 | 0,86 |
| $1^{éq}KO, AzO^5 + 1^{éq}NaO, AzO^5 + 2^{éq}AzH^4O, AzO^5$........ | 140 | 4,86 |
| | 180 | 3,45 |
| Chlorate de potasse .......... | 359 | 4,19 |
| Chlorure de zinc ............ | 258 | 4,47 |
| | 310 | 2,90 |

» On voit que les sels fondus sont, en général, plus conducteurs que les dissolutions salines à froid.

» II. M. Bouty, en étudiant les dissolutions salines très étendues, a récemment fait connaître que les conductibilités de ces dissolutions présentent des coefficients de variation avec la température égaux à celui du frottement intérieur de l'eau, comme si le phénomène de la résistance électrique était dû au frottement de l'eau entraînée contre le reste du liquide. Je me suis proposé d'examiner si une relation analogue existe entre les résistances des sels fondus et leurs frottements intérieurs. A cet effet, j'ai mesuré les coefficients de frottement intérieur des sels précédents à diverses températures, en les faisant écouler par aspiration ou par compression à travers des tubes effilés et en observant le temps nécessaire pour faire écouler un volume déterminé de sel. Des expériences comparatives étaient faites sur l'eau avec le même appareil, et je déterminais ainsi le rapport du frottement du sel à celui de l'eau à 15°.

» En comparant les résultats, j'ai constaté en effet que le rapport du coefficient de frottement à la résistance reste sensiblement constant pour chaque sel. Les expériences les plus étendues ont été faites sur le mélange à équivalents égaux des azotates de potasse et de soude qui fond à 219°. Le Tableau suivant donne les résultats de cette comparaison.

| Températures. | Résistance $r$. | Frottement $f$. | Rapport $\frac{f}{r}$. |
|---|---|---|---|
| ° | ohm | | |
| 232 | 2,16 | 4,041 | 1,871 |
| 261 | 1,69 | 3,344 | 1,979 |
| 283 | 1,41 | 2,855 | 2,025 |
| 306 | 1,25 | 2,335 | 1,868 |
| 332 | 1,03 | 1,881 | 1,826 |
| 355 | 0,86 | 1,642 | 1,905 |

» III. J'ai mesuré les résistances des sels à l'état solide par la méthode des électrodes cylindriques concentriques qui m'avait déjà servi pour le soufre [1].

» J'ai reconnu ainsi qu'au voisinage du point de fusion la résistance des sels solides est, en général, plusieurs milliers de fois plus grande que celle des mêmes sels liquides. Elle augmente quand la température s'abaisse, avec une rapidité comparable à celle qu'on observe pour la résistance du verre.

» Les valeurs absolues des résistances du chlorate de potasse sont du même ordre de grandeur que celles des verres très résistants, à base de plomb.

» Les azotates sont beaucoup moins résistants. Ils sont comparables aux verres à base de chaux et diffèrent, du reste, notablement les uns des autres. La résistance de l'azotate de potasse est de 4 à 15 fois plus faible que celle de l'azotate de soude aux mêmes températures. De plus, l'azotate de potasse, refroidi entre 118° et 106° environ, prend presque subitement une résistance 12 fois plus grande. Ce sel paraît éprouver, à cette température, une modification moléculaire qu'on ne retrouve pas dans les autres azotates.

» Les résistances de l'azotate d'ammoniaque sont de l'ordre des millionièmes des précédentes.

» Quand on mélange deux sels en proportions définies, on obtient un solide beaucoup moins résistant que les sels séparés. Ainsi, le mélange des azotates de potasse et de soude, à équivalents égaux, résiste 300 fois moins que le premier de ces deux sels et 4000 fois moins que le second.

» Enfin, le chlorure de zinc subit, en se solidifiant, un changement de résistance beaucoup moins grand que les sels précédents. Ses résistances sont de l'ordre des millièmes, par rapport à celles de l'azotate de potasse. »

PHYSIQUE. — *Sur les tensions de vapeur des mélanges liquides.*
Note de M. **Isambert**, présentée par M. Debray.

« La relation générale que j'ai indiquée dans des Notes précédentes [2]

$$\mathfrak{E}_h^{\mathrm{H}} = \mathrm{E}(c - c')(\mathrm{T} - t) \quad \text{ou} \quad \log \frac{\mathrm{H}}{h} = kd(c - c')\,\frac{\mathrm{T} - t}{1 + \alpha \mathrm{T}}$$

---

[1] Voir *Comptes rendus*, 5 novembre 1883.

[2] *Comptes rendus*, 14 janvier et 24 mars.

doit s'appliquer aux tensions de vapeur émise par un liquide comme aux tensions de dissociation des corps qui donnent un élément gazeux.

» Dans ce cas, la formule ne sera qu'approchée, puisque les vapeurs, au voisinage de leur point de saturation, ne suivent pas la loi de Mariotte, qui a servi de base dans l'évaluation du travail, et que le coefficient $\alpha$ cesse d'être constant. Cette formule est susceptible, du reste, de prendre une autre forme : si $t = 0$, $h$ étant la tension maxima à 0°, on a, pour une température quelconque T, $\log\frac{H}{h} = dk(c - c')\frac{T}{1+\alpha T}$; mais la différence $c - c'$ n'est pas rigoureusement constante : si $c - c'$ est la différence des chaleurs spécifiques à 0°, cette même différence est représentée à T par

$$(c - c')(1 + mT + nT^2),$$

et si nous développons tout le calcul en multipliant par $\frac{T}{1+\alpha T}$, nous arrivons à une expression telle que $\log H = a + bT + cT^2 + dT^3, \ldots$, c'est-à-dire à l'une des formules empiriques qui servent à représenter la courbe des tensions maxima des vapeurs d'un liquide; la formule théorique est donc l'équivalent de cette formule empirique; la comparaison des deux nous apprend seulement que les coefficients $b$, $c$, $d$ dépendent à la fois des coefficients $m$ et $n$ relatifs aux chaleurs spécifiques et de $\alpha$; en outre, dans certains cas, la formule théorique peut permettre d'arriver à des conséquences que ne montre pas immédiatement la formule empirique.

» Ainsi il est facile, en partant de ces données, d'aborder le problème de la tension de vapeur émise par un mélange de deux liquides qui se dissolvent en proportions quelconques. Dans un mélange, les chaleurs spécifiques restent en effet les mêmes; la force élastique initiale à 0° change seule. On doit donc avoir les deux relations $\log\frac{H}{h} = k(c - c')\frac{T}{1+\alpha T}$ pour la tension maximum de la vapeur émise par un liquide et

$$\log\frac{H'}{h'} = k(c - c')\frac{T}{1+\alpha T},$$

lorsque le liquide est mélangé avec un autre liquide, que ce liquide émette ou non de la vapeur. On a donc avec une grande approximation

$$\frac{H}{H'} = \frac{h}{h'}.$$

Les tensions maxima de vapeur émises par un liquide après son mélange

avec un autre corps sont proportionnelles aux tensions du liquide à la même température.

» J'ai entrepris des expériences nouvelles sur la mesure de la tension que donne le mélange d'un liquide fixe et d'un liquide volatil, capables de se mélanger en toutes proportions; ces expériences, que je me propose de varier encore avant de les publier, me conduisent aux mêmes conséquences : la relation $H = aH_1$ est très approchée.

» Mais ces données doivent, si elles sont exactes, s'appliquer aussi bien au cas de deux liquides volatils en prenant les données que Regnault a déterminées. Nous devons avoir $H = aH_1 + bH'_1$, H étant la somme des tensions des deux vapeurs, $H_1$ et $H'_1$ les tensions maxima des deux liquides isolés à la même température T, deux des expériences servant au calcul des coefficients $a$ et $b$. Les résultats que j'ai obtenus sont compris dans le Tableau suivant :

*A.* Mélange de chlorure de carbone et de benzine (1).

| | Expérience. | Calcul. |
|---|---|---|
| ° | mm | mm |
| 8,75 ....... | 151,24 | 150,93 |
| 13,32 ....... | 183,32 | 182,68 |
| 18,84 ....... | 229,15 | 228,36 |
| 22,81 ....... | 267,53 | » |
| 26,44 ....... | 307,41 | 307,45 |
| 30,64 ....... | 358,81 | 359,02 |
| 33,78 ....... | 400,47 | 401,89 |
| 36,53 ....... | 444,34 | 444,21 |
| 42,35 ....... | 542,21 | 542,50 |
| 48,43 ....... | 661,95 | » |

*B.* Benzine et alcool.

| | Expérience. | Calcul. |
|---|---|---|
| ° | | |
| 7,22 ....... | 43,07 | » |
| 9,98 ....... | 50,22 | 50,79 |
| 13,11 ....... | 59,66 | 59,53 |
| 16,05 ....... | 69,43 | 69,74 |
| 18,59 ....... | 79,35 | » |

» L'accord entre le calcul et l'expérience est des plus remarquables dans ces expériences; les tensions satisfont donc parfaitement à la loi énoncée.

» Le mélange d'éther et de sulfure de carbone sur lequel Regnault a opéré également ne se prête pas à une vérification de ce genre; les valeurs trouvées pour $a$ et $b$ ne sont pas admissibles.

» J'avais supposé d'abord qu'il pouvait y avoir une réaction partielle des deux corps; mais, en examinant de plus près les éléments du calcul, on trouve que les tensions des deux liquides sont sensiblement proportionnelles : on a donc $H'_1 = cH_1$; la relation précédente $H = aH_1 + bH'_1$ de-

(1) Regnault, *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXVI, p. 727 et 728.

vient alors $H = (a + bc)H_1$. Les trois pressions sont donc sensiblement proportionnelles; on ne peut plus déterminer les coefficients $a$ et $b$, mais seulement la somme $a + bc$. Si nous prenons les trois groupes d'expériences de Regnault sur les mélanges d'éther et de sulfure de carbone, nous voyons que dans le premier le rapport des tensions de l'éther et du sulfure de carbone est constamment égal à 1,44, et la somme $a + bc = 1$. Dans le deuxième, de 4°,72 à 39°,44, le rapport varie de 1,44 à 1,47, et la somme $a + bc$, de 0,84 à 0,86 [1]. Dans le troisième groupe, qui comprend encore un intervalle de 30° environ, le premier rapport varie de 1,44 à 1,47, et la somme $a + bc$, de 0,96 à 0,93. La loi générale est donc sensiblement vérifiée, même dans ce cas. Les différences s'expliquent par la loi de variation de la différence $c - c'$, qui n'est pas rigoureusement la même dans les deux cas. Ainsi, pour le sulfure de carbone et l'éther à basse température, le rapport des tensions est 1,44 entre $-16°$ et $+9°$; entre 50 et 100°, le rapport des pressions varie seulement de 1,47 à 1,48; il est donc sensiblement indépendant de T ou $\log \frac{H}{h} = \log \frac{H'}{h'}$. On aurait donc sensiblement en pareil cas $d(c - c') = d'(c_1 - c'_1)$; les différences assez faibles que donne le calcul doivent tenir soit aux erreurs de détermination de $c'$ ou $c'_1$, chaleurs spécifiques des corps gazeux, soit aux différences de compressibilité des deux gaz. »

THERMOCHIMIE. — *Etude thermique des fluosilicates alcalins.* Note de M. **Ch. Truchot**, présentée par M. Berthelot.

« Les fluosilicates de potasse, de soude, de lithine, peuvent être obtenus par une des trois méthodes suivantes :

» I. *Action du fluorure de silicium sur les fluorures alcalins.* — Lorsqu'on fait rendre du fluorure de silicium, préparé et recueilli comme il a été dit précédemment [2], dans le calorimètre de M. Berthelot, contenant une solution de fluorure de potassium ou de fluorure de sodium, ou bien du fluorure de lithium en suspension dans l'eau, il se forme, par l'union des deux corps, un fluosilicate alcalin. On fait en sorte qu'il reste un excès de

(1) Dans le tome XXVI des *Mémoires de l'Académie des Sciences*, p. 725, il y a, par suite d'une erreur d'impression, pour la tension de vapeur de l'éther à 39°,44, 927mm,0, au lieu de 892mm,7.

(2) *Comptes rendus*, 1884, 1er semestre (t. XCVIII, p. 821).

fluorure, et l'on dose le fluosilicate formé au moyen d'une solution titrée de soude et de la phtaléine du phénol [1].

» Les quantités de chaleur dégagées, pour un équivalent de fluosilicate obtenu, sont :

| | | Cal |
|---|---|---|
| $SiFl^2$ gaz + KFl ($1^{éq} = 2^{lit}$) | = $SiFl^2KFl$ insoluble....... | + 22,8 |
| $SiFl^2$ gaz + NaFl ($1^{éq} = 2^{lit}$) | = $SiFl^2NaFl$ insoluble...... | + 18,3 |
| $SiFl^2$ gaz + LiFl insol. (dans $2^{lit}$) | = $SiFl^2LiFl$ dissous........ | + 13,5 |

» Ces nombres sont les moyennes de plusieurs résultats concordants.

» Dans les différentes expériences, la quantité de fluorure alcalin introduit dans le calorimètre a varié de $0^{éq},3$ à $0^{éq},5$; les résultats n'ont pas cessé d'être concordants. Ce qui montre que le fluorure en excès est sans influence.

» Le fluosilicate de soude est totalement insoluble dans la solution du fluorure. Il n'y a pas lieu de tenir compte de sa chaleur de dissolution.

» Le fluorure de lithium, très peu soluble dans l'eau ($0^{gr},82$ par litre, vers 15°) est mis en suspension dans l'eau du calorimètre. La réaction se fait avec la même facilité que dans le cas des autres fluorures. On constate dans cette expérience l'excellence de l'agitateur hélicoïdal de M. Berthelot; cet appareil, mû par un mouvement d'horlogerie, maintient en suspension parfaite le corps pulvérulent.

» Le fluosilicate de lithine est au contraire très soluble. On sait qu'il forme un hydrate $SiFl^2LiFlH^2O^2$, qui se défait à 100°.

» La chaleur de dissolution du fluosilicate anhydre a été trouvée de

$$SiFl^2LiFl \text{ solide} + 400H^2O^2 = SiFl^2LiFl, H^2O^2 \text{ dissous} \ldots\ldots + 0^{Cal},92$$

» De ces nombres, et des chaleurs de dissolution déjà connues du fluorure de potassium et du fluorure de sodium, on tire :

| | | Cal |
|---|---|---|
| $SiFl^2$ gaz + KFl solide | = $SiFl^2KFl$ solide......... | + 26,4 |
| $SiFl^2$ gaz + NaFl solide | = $SiFl^2NaFl$ solide......... | + 17,7 |
| $SiFl^2$ gaz + LiFl solide | = $SiFl^2LiFl$ solide......... | + 12,58 |

» II. *Action du fluorure de silicium sur les alcalis étendus.* — Cette méthode ne réussit que pour la potasse. On sait que la soude donne du fluorure de sodium par l'action du gaz, et j'ai constaté que la lithine donne de même du fluorure de lithium sans fluosilicate.

---

(1) *Comptes rendus*, 1884, 1er semestre (t. XCVIII, p. 821).

» La chaleur dégagée par la réaction sur la potasse a été trouvée de

$$3 SiFl^2 gaz + 2 KHO^2 (1^{éq} = 3^{lit}) = 2 (SiFl^2 KFl) \text{ précip.} + SiO^2 H^2 O^2 \text{ insol.} \ldots + 82^{Cal},94$$

ce qui correspond à $41^{Cal},47$ pour un équivalent de fluosilicate ou à $27^{Cal},65$ pour un équivalent de fluorure de silicium employé.

» On déduit de là

$$3 SiFl^2 gaz + 2 KHO^2 \text{ solide} = 2 (SiFl^2 KFl) \text{ solide} \ldots + 107^{Cal},94$$

Soit, pour un équivalent de fluosilicate.......... $+ 53,97$

Et, pour un équivalent de fluorure de silicium....... $+ 35,98$

» Le fluorure de silicium, dirigé dans une solution de soude ou de lithine, donne les réactions suivantes :

$$SiFl^2 gaz + 2 NaHO^2 (1^{éq} = 2^{lit}) = 2 NaFl \text{ dissous} + SiO^2 H^2 O^2 \text{ insol.} \ldots + 32^{Cal},7$$

$$SiFl^2 gaz + 2 Li HO^2 (1^{éq} = 3^{lit}) = 2 Li Fl \text{ insol.} + SiO^2 H^2 O^2 \text{ insol.} \ldots + 34^{Cal},6$$

» Dans ces réactions, la silice formée se trouve en présence d'un excès d'alcali; l'étude du refroidissement dans chaque expérience a montré que la silice ne réagit pas sur la potasse, mais agit sur la soude, et d'une manière variable avec l'excès de soude. Aussi les nombres trouvés, $+ 34^{Cal},2$, $+ 33^{Cal},3$, $+ 33^{Cal},8$, ne sont-ils pas concordants; mais, en tenant compte de cette action secondaire, on trouve : $+ 32^{Cal},8$, $+ 32^{Cal},6$, $+ 32^{Cal},7$. Pour la lithine, cette action est négligeable sans être nulle.

» Les résultats précédents conduisent à

$$SiFl^2 gaz + 2 NaHO^2 \text{ solide} = 2 NaFl \text{ solide} + SiO^2 H^2 O^2 \text{ solide} \ldots + 53^{Cal},5$$

$$SiFl^2 gaz + 2 Li HO^2 \text{ solide} = 2 Li Fl \text{ solide} + SiO^2 H^2 O^2 \text{ solide} \ldots + 46^{Cal},24$$

» La chaleur de dissolution de la lithine ayant été trouvée de

$$LiHO^2 + 400 H^2 O^2 = LiHO^2 \text{ dissous} \ldots + 5^{Cal},82$$

une remarque importante se présente : M. Thomsen a trouvé pour la chaleur de formation du fluorure de sodium

$$NaO (1^{éq} = 2^{lit}) + HFl (1^{éq} = 2^{lit}) = NaFl \text{ dissous} \ldots + 16^{Cal},3$$

» Si l'on substitue H à Na dans la réaction précédente,

$$SiFl^2 gaz + 2 NaHO^2 (1^{éq} = 2^{lit}) = 2 NaFl \text{ dissous} + SiO^2 H^2 O^2 \text{ insol.} \ldots + 32^{Cal},7$$

on trouve

$$SiFl^2 gaz + 2 H^2 O^2 + n H^2 O^2 = 2 HFl \text{ étendu} + SiO^2 H^2 O^2 \ldots \quad 0^{Cal} \text{ sensiblement}$$

ce qui explique que la réaction du fluorure de silicium sur l'eau n'a pas lieu ainsi.

» III. *Action de l'acide fluosilicique sur les alcalis étendus.* — L'acide fluosilicique a été préparé par l'action du fluorure de silicium pur sur l'acide fluorhydrique pur et concentré; il s'est formé l'acide quadrihydraté, qui a été purifié par plusieurs cristallisations successives. Des proportions équivalentes de cet acide et de base ont été mélangées avec les précautions connues.

» On a trouvé

$$SiFl^2HFl(1^{éq}=3^{lit})+KHO^2\ (1^{éq}=3^{lit})=SiFl^2KFl\ \text{solide}\ +H^2O^2\ldots\quad +22{,}0^{Cal}$$
$$SiFl^2HFl(1^{éq}=3^{lit})+NaHO^2(1^{éq}=3^{lit})=SiFl^2NaFl\ \text{solide}\ +H^2O^2\ldots\quad +15{,}8$$
$$SiFl^2HFl(1^{éq}=6^{lit})+LiHO^2\ (1^{éq}=6^{lit})=SiFl^2LiFl\ \text{dissous}+H^2O^2\ldots\quad +14{,}3$$

d'où l'on tire

$$SiFl^2HFl,2H^2O^2\ \text{solide}+KHO^2\ \text{solide}=SiFl^2KFl\ \text{solide}+H^2O^2\ \text{solide}.\quad +39{,}9^{Cal}$$
$$SiFl^2HFl,2H^2O^2\ \text{solide}+NaHO^2\ \text{solide}=SiFl^2NaFl\ \text{solide}+H^2O^2\ \text{solide}.\quad +31{,}0$$
$$SiFl^2HFl,2H^2O^2\ \text{solide}+LiHO^2\ \text{solide}=SiFl^2LiFl\ \text{solide}+H^2O^2\ \text{solide}.\quad +24{,}6$$

» Dans le cas de la soude et de la lithine, si l'on fait réagir $1^{éq}$ d'acide fluosilicique sur $3^{éq}$ d'alcali, on obtient

$$SiFl^2HFl(1^{éq}=6^{lit})+3NaHO^2(1^{éq}=2^{lit})=3NaFl\ \text{diss.}+SiO^2H^2O^2\ \text{sol.}\ldots\quad +33{,}3^{Cal}$$
$$SiFl^2HFl(1^{éq}=6^{lit})+3LiHO^2\ (1^{éq}=2^{lit})=3LiFl\ \text{insol.}+SiO^2H^2O^2\ \text{sol.}\ldots\quad +34{,}75$$

ce qui conduit à

$$SiFl^2HFl,2H^2O^2\ \text{solide}+3NaHO^2\ \text{solide}=3NaFl\ \text{solide}+SiO^2H^2O^2\ \text{solide}.\quad +68{,}5^{Cal}$$
$$SiFl^2HFl,2H^2O^2\ \text{solide}+3LiHO^2\ \text{solide}=3LiFl\ \text{solide}+SiO^2H^2O^2\ \text{solide}.\quad +56{,}15$$

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les phénols bromés.* Note de M. **E. Werner**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai fait une nouvelle étude des phénols bromés; j'en ai mesuré la chaleur de fusion, la chaleur spécifique et la chaleur de neutralisation.

» I. *Phénol monobromé :* $C^{12}H^5BrO^2$. — J'ai préparé ce corps en faisant agir le brome en vapeur, entraîné par un courant d'air, sur le phénol cristallisé employé en quantité équivalente. Le produit a été lavé à l'eau, dissous dans la soude, précipité par l'acide chlorhydrique et distillé dans le vide à plusieurs reprises. J'ai isolé la portion bouillant à 137°, sous la pression de $0^m,028$. L'analyse a donné Br = 46,15; calculé, 46,24.

» Ce corps fond à 64°, mais il peut demeurer liquide jusqu'à 13°.

» *Chaleur de neutralisation :*

| | | | |
|---|---|---|---|
| $NaO$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + $C^{12}H^5BrO^2$ | liquide, à 13°...... | + $7{,}43^{Cal}$ | (2 exp.) |
| » » | solide, à 11°....... | + 4,42 | (3 exp.) |
| » » | dissous ........... | + 8,09 | |

La différence de ces deux nombres représente la *chaleur de fusion moléculaire* vers 12°, soit $-3^{Cal},01$.

» Vers 64°, cette chaleur devrait être accrue en valeur absolue du produit obtenu en multipliant l'intervalle des températures (64−12) par la différence des chaleurs moléculaires relatives à l'état liquide et à l'état solide [1]. Ce serait à peu près un accroissement d'un septième dans le cas actuel, d'après un essai approximatif.

» La chaleur spécifique du phénol monobromé liquide a été trouvée entre 18° et 77° : 0,3157 (2 exp.), chiffre qui se rapporte surtout à la période de surfusion.

» On en déduit la *chaleur spécifique moléculaire :* 54,6.

» La chaleur de dissolution serait +0,63 pour le corps liquide; +3,67 pour le solide.

» Une détermination directe vers 15° a donné +3,2, mais l'expérience répond à une très petite variation thermométrique.

» 2. *Phénol bibromé :* $C^{12}H^4Br^2O^2$. — J'ai préparé ce corps par le même procédé que ci-dessus, mais en employant un poids équivalent de brome double. Le composé purifié distillait dans le vide à 154° sous la pression de $0^m,047$. Son analyse a donné : Br = 63,40; calcul, 63,49.

» Ce corps fond à 40° et demeure surfondu jusqu'à 12°.

» *Chaleur de neutralisation :*

| | | | |
|---|---|---|---|
| $NaO$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + $C^{12}H^4Br^2O^2$ | liquide à 12°,5........ | $+8^{Cal},46$ | (2 exp.) |
| » » | solide à 12°,4......... | $+4^{Cal},93$ | (2 exp.) |

» La différence des deux nombres représente la *chaleur de fusion moléculaire* vers 12°, soit −3,52.

» Vers 40° ce chiffre serait un peu plus fort.

» La chaleur spécifique du corps liquide a été trouvée entre 18°,5 et 73° égale à 0,2436 (2 exp.) : chiffre qui se rapporte à la période de surfusion. On en déduit la *chaleur spécifique moléculaire :* 61,4.

---

(1) Berthelot, *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 421.

» 3. *Phénol tribromé :* $C^{12}H^3Br^3O^2$. — Ce corps a été préparé par le procédé classique. Il a fourni à l'analyse : Br = 72,43; calculé, 72,51.

» Il fond à 92°.

» *Chaleur de neutralisation :*

$NaO(1^{éq} = 4^{lit}) + C^{12}H^3Br^3O^2$ solide à 13°........... $+5^{Cal},41$ (2 exp.)

» Les solubilités, vers 15°, ont été trouvées :

| | Par litre. |
|---|---|
| | gr |
| $C^{12}H^5BrO^2$........................ | 14,22 |
| $C^{12}H^4Br^2O^2$........................ | 1,94 |
| $C^{12}H^3Br^3O^2$........................ | 0,07 |

» On voit qu'elles décroissent à mesure que la substitution devient plus avancée; ce qui est conforme aux analogies.

» On remarquera que la chaleur de fusion augmente, au contraire, en valeur absolue avec la proportion du brome, et à peu près proportionnellement :

| | |
|---|---|
| $C^{12}H^6O^2$........................ | −2,34 |
| $C^{12}H^5BrO^2$........................ | −3,01 |
| $C^{12}H^4Br^2O^2$........................ | −3,51 |

» De même, la chaleur de dissolution

| | |
|---|---|
| $C^{12}H^6O^2$.................... | −2,1 |
| $C^{12}H^5BrO^2$.................. | −3,4 (moyenne) |

» On a, pour la chaleur de neutralisation :

| | Solide. | Liquide. | Dissous. |
|---|---|---|---|
| Phénol $C^{12}H^6O^2$........... | +5,3 | +7,4 | +7,5 (Berthelot) |
| Phénol bromé $C^{12}H^5BrO^2$.... | +4,4 | +7,4 | +8,0 |
| Phénol bibromé $C^{12}H^4Br^2O^2$.. | +4,9 | +8,4 | » |
| Phénol tribromé $C^{12}H^3Br^2O^2$.. | +5,4 | » | » |

» On voit que les chaleurs de neutralisation du phénol et de ses dérivés bromés sont à peu près les mêmes dans l'état solide. Il serait intéressant de les comparer dans l'état dissous. En effet, les phénols chlorés et les phénols nitrés ne diffèrent pas beaucoup à cet égard entre eux et avec le phénol pris dans l'état solide d'après les mesures de MM. Berthelot et Louguinine, tandis que les différences s'accentuent avec le degré de sub-

stitution dans l'état dissous :

| | Solide. | Dissous. |
|---|---|---|
| $C^{12}H^6O^2$ | +5,3 | + 7,5 |
| $C^{12}H^5(AzO^4)O^2$ (ortho) | » | + 9,3 |
| $C^{12}H^3(AzO^4)^3O^2$ | +6,6 | +13,7 |
| $C^{12}H^6O^2$ | +5,3 | + 7,5 |
| $C^{12}H^5ClO^2$ (méta) | +7,1 | + 7,8 |
| $C^{12}H^4Cl^2O^2$ (méta) | +4,8 | + 9,1 |

» C'est surtout la dissolution, c'est-à-dire l'union des corps avec l'eau, qui développe les diversités dans le caractère acide, lequel s'accuse de plus en plus à mesure que la substitution par les éléments électronégatifs devient plus avancée ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions de l'albumine.* Note de M. E. **Grimaux**, présentée par M. Friedel.

« Dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai montré que les solutions du colloïde amidobenzoïque acquièrent, par l'addition de petites quantités de sels, la propriété de se coaguler sous l'influence de la chaleur et j'ai fait voir que le phénomène de la coagulation dépend tout à la fois de la proportion de l'agent coagulant et de la dilution du liquide. L'étude des réactions des solutions étendues d'albumine montre qu'elles deviennent coagulables dans les mêmes conditions que le colloïde amidobenzoïque. On sait, en effet, depuis Scheele, que le blanc d'œuf étendu d'eau ne se coagule pas par la chaleur; ce fait a été confirmé en 1821 par M. Chevreul ([2]).

» Si à des solutions diluées d'albumine on ajoute de petites quantités de sels, chlorure de sodium, sulfate de chaux, sulfate de magnésie, chlorhydrate d'ammoniaque, etc., elles deviennent coagulables par l'action de la chaleur. Par la dilution de l'albumine, comme dans les solutions du colloïde amidobenzoïque, la quantité d'eau ajoutée annihile l'influence coagulante des sels.

» L'acide carbonique joue le même rôle que les sels : il suffit de faire passer dans l'albumine diluée un courant de gaz carbonique pour que la

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, que je prie d'agréer l'expression de ma reconnaissance.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XIX, p. 46.

liqueur se coagule par l'application d'une température peu élevée; on observe le même fait, comme je l'ai indiqué précédemment, avec la solution du colloïde amidobenzoïque : cette solution, additionnée d'une quantité de sel marin trop faible pour amener la coagulation à chaud, devient coagulable quand elle a été saturée par un courant d'acide carbonique.

» L'albumine simplement étendue d'eau, à froid, n'est pas modifiée; dans le Mémoire de M. Chevreul cité plus haut, l'illustre maître fait voir que ces solutions étendues reprennent, par concentration dans le vide, les propriétés du blanc d'œuf non dilué.

» Si, au contraire, on chauffe ces solutions étendues, l'albumine est modifiée; Scheele a déjà observé cette transformation.

« Si l'on mêle bien exactement, dit-il, le blanc d'œuf avec 10 parties d'eau et que l'on fasse bouillir ensuite le mélange, le blanc d'œuf restera dissous; mais, si l'on verse quelque acide, la dissolution se coagulera comme du lait (¹) ».

» M. Chevreul a vu, de son côté, que l'ébullition ou l'évaporation au bain-marie transforme l'albumine « en lui faisant éprouver un changement qui la rend analogue à l'albumine coagulée ».

» Les recherches que j'ai faites à ce sujet montrent que l'albumine en solution étendue se convertit par l'action de la chaleur en un corps qui possède les propriétés des albuminates, si voisines de celles de la caséine.

» Quand on chauffe à 90° pendant quelques minutes des solutions d'albumine renfermant 1 pour 100 de matière sèche, on voit se séparer quelques rares flocons; le liquide filtré limpide ne se trouble pas à l'ébullition et devient seulement opalescent. Alors ce n'est plus de l'albumine que renferme la liqueur, mais un produit de transformation. Elle donne en effet, par l'*action de l'acide carbonique à froid, un précipité gélatineux qui se redissout dans un courant d'air.* Ce précipité disparaît également quand on place le liquide dans le vide au-dessus d'une solution de potasse, ou que, après l'avoir recueilli et lavé avec de l'eau chargée d'acide carbonique, on le met en suspension dans l'eau aérée (²).

» L'acide acétique dilué amène un précipité gélatineux facilement soluble dans un excès d'acide, reparaissant par la neutralisation au moyen d'un

---

(¹) Mémoires de Chimie de W. Scheele; Dijon, 1785, 2ᵉ Partie, p. 59. M. Robin a retrouvé le même fait, qui était resté ignoré (voir *Chimie physiologique* de Robin, t. II, p. 297).

(²) Il est insoluble dans le sel marin, ce qui le distingue des globulines.

alcali et se dissolvant aussi dans un excès de ce dernier. L'addition du phosphate de soude à la solution d'albumine préalablement chauffée empêche la précipitation par l'acide carbonique, mais non par l'acide acétique, et la liqueur possède les réactions des solutions de caséine. Enfin l'albumine modifiée par l'action de la chaleur devient coagulable à chaud quand on y ajoute de petites quantités de sel marin, de sulfate de chaux, de sulfate de magnésie, etc.

» Dans l'action de l'acide carbonique sur les solutions étendues et modifiées par la chaleur, toute la matière albuminoïde n'est pas précipitée; le liquide séparé du coagulum par filtration renferme une peptone, et si, au lieu de porter seulement à 80° la solution étendue d'albumine, on la fait bouillir pendant quelques heures, la quantité de substances précipitables par l'acide carbonique diminue, en même temps qu'augmente la proportion de peptone.

» On peut expliquer les réactions des solutions diluées d'albumine, en admettant que la dilution dissocie l'albumine en soude libre et en une matière albuminoïde qui s'hydrate et se convertit en albuminate; puis cet albuminate donne avec l'acide carbonique un composé insoluble, peu stable, qui se redissout quand il perd l'acide carbonique par l'action de l'air ou dans le vide.

» Les réactions de l'albumine diluée ne sont pas spéciales à ce corps : j'ai pu les reproduire avec le colloïde amidobenzoïque. Si l'on soumet des solutions étendues de colloïde amidobenzoïque à une ébullition de quelques minutes, il est modifié comme l'albumine et possède alors la propriété de *donner à froid par l'acide carbonique un coagulum disparaissant sous l'influence d'un courant d'air*. La présence du phosphate de soude empêche la précipitation par l'acide carbonique.

» La production par l'acide carbonique de précipités se redissolvant sous l'action d'un courant d'air n'avait encore été observée qu'avec les globulines. C'est cependant un fait assez général, que j'ai constaté sur d'autres colloïdes : les uréides pyruviques condensées des dérivés obtenus avec les sels ferriques, les alcalis et les alcools polyatomiques, dérivés que je ferai bientôt connaître. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'analyse des terres arables.* Note de M. G. **Lechartier**, présentée par M. Debray.

« Dans un travail présenté à l'Académie des Sciences, le 28 avril dernier, nous avons partagé en deux groupes les principes minéraux que le sol tient en réserve pour l'alimentation des végétaux. Les uns font partie de ces matières humiques que l'on peut séparer de la terre par l'action de l'ammoniaque, après avoir détruit au moyen de l'acide chlorhydrique étendu la combinaison soluble qu'elles forment avec la chaux ou la magnésie. Les autres sont encore libres de toute combinaison organique, mais ils peuvent être engagés dans des composés de diverses sortes et se comporter de bien des manières différentes au point de vue de leur assimilation par les plantes.

» Pour étudier une terre au point de vue de la solubilité des divers principes fertilisants qu'elle contient, on a proposé divers essais : 1° le dosage de la matière humique; 2° l'emploi de l'acide acétique à froid ou du citrate d'ammoniaque, comme s'il s'agissait d'un phosphate précipité.

» Le dosage de la matière noire et son analyse donnent une indication précise, mais ne renseignent pas sur le degré de solubilité des principes minéraux du second groupe. Pour donner à l'action de l'acide acétique et du citrate d'ammoniaque une signification nette, il faudrait les employer sur la terre déjà privée de substances humiques. En dehors des matières dissoutes à froid par le citrate d'ammoniaque, n'y a-t-il rien d'utilisable par les végétaux? Enfin le citrate d'ammoniaque n'a été utilisé qu'au point de vue des phosphates.

» Dans l'étude de cette question, très importante au point de vue de l'analyse des terres, j'ai été conduit à employer à chaud les solutions étendues de sels ammoniacaux, tels que l'oxalate, le citrate ou le tartrate d'ammoniaque.

» On sait que l'action d'une solution d'oxalate d'ammoniaque sur les phosphates naturels correspond à leur degré de solubilité comme engrais. M. Grandeau a reconnu que l'acide oxalique détruit les combinaisons calcaires dans lesquelles est engagée la matière humique du sol. J'ai donc pensé que l'oxalate d'ammoniaque devait dissoudre non seulement les substances humiques, mais encore les principes minéraux qui jouissent de la propriété d'être plus facilement solubles et assimilables. Cette prévision a été confirmée par les faits.

» Pendant l'ébullition d'une solution d'un sel ammoniacal, il se produit une perte continue d'ammoniaque, même lorsque l'on condense la vapeur d'eau produite pendant l'ébullition; aussi, toutes les fois qu'on traite une terre qui n'est pas calcaire, la liqueur, primitivement neutre, devient bientôt acide. Pour éviter cette acidité croissante, il convient d'ajouter à la solution un excès d'ammoniaque.

» On introduit dans un ballon d'un litre $20^{gr}$ de terre sèche dont les particules ont été isolées par l'action d'un pilon en bois et $250^{cc}$ d'une solution contenant $10^{gr}$ d'oxalate d'ammoniaque et un excès d'ammoniaque. On adapte au col du ballon un réfrigérant ascendant et l'on porte la liqueur à l'ébullition. Au début, il tend à se produire un boursouflement, mais l'ébullition ne tarde pas à se régulariser et peut être maintenue sans difficulté pendant sept à huit heures.

» La solution se colore en brun; on la sépare par filtration et on la fait évaporer à sec. On décompose par la chaleur le sel ammoniacal et les substances organiques dissoutes et l'on obtient un résidu plus ou moins coloré en rouge, que l'on traite par l'acide chlorhydrique. Dans la solution, on dose successivement l'acide phosphorique, les oxydes de fer et d'aluminium, la chaux, la magnésie et la potasse.

» Pour épuiser l'action du sel ammoniacal sur la terre, une deuxième opération est nécessaire. Il suffit d'introduire dans le ballon le filtre avec la terre qui a été apportée par la filtration et de procéder comme précédemment.

» La proportion de chacun des principes ainsi dissous est supérieure à celle que l'on obtient dans l'analyse des matières humiques.

» Le citrate d'ammoniaque exerce le même pouvoir dissolvant sur les phosphates, la silice, la magnésie, les oxydes de fer, d'aluminium, de manganèse; de plus il dissout de la chaux existant dans le sol à l'état de carbonate, tandis que l'oxalate d'ammoniaque ne dissout que la chaux incorporée aux matières organiques.

» Le pouvoir dissolvant du tartrate est plus faible, sauf en ce qui concerne la chaux.

» Le chlorhydrate d'ammoniaque dissout dans les mêmes conditions une partie des matières humiques et des principes minéraux contenus dans le sol; mais son action sur les phosphates est minime. Ce sel peut avoir son rôle dans l'analyse d'une terre; il est employé avec succès pour dissoudre la chaux qui existe naturellement dans le sol à l'état de carbonate et celle qui provient des chaulages et des engrais.

» Voici les résultats obtenus avec un échantillon emprunté aux terres de la ferme-école des Trois-Croix. Il a été prélevé en 1879, au moment du labour pour l'ensemencement du champ en orge et en prairie. La terre avait produit en 1878 des betteraves et avait été fumée; elle avait été chaulée six ans auparavant. Les nombres suivants se rapportent à $1^{kgr}$ :

| | Substances solubles dans les acides. | Matières humiques. | Principes dissous par l'oxalate d'ammoniaque. | Principes dissous par le tartrate d'ammoniaque. |
|---|---|---|---|---|
| | gr | gr | gr | gr |
| Acide phosphorique | 1,240 | 0,460 | 1,060 | 1,120 |
| Chaux totale | 2,500 | 0,090 | 0,100 | 1,400 |
| Chaux soluble dans le chlorhydrate d'ammoniaque | 1,700 | » | » | » |
| Magnésie | 5,700 | 0,170 | 1,000 | 1,000 |
| Potasse | 2,500 | 0,060 | 0,524 | 0,510 |
| Silice | » | 0,650 | 9,800 | 11,500 |
| Oxyde de fer et alumine | » | 1,750 | 19,200 | 15,100 |

» Lorsqu'on diminue la durée de l'ébullition de moitié, la proportion de l'acide phosphorique dissous descend de 1040 à 640 : la proportion de potasse reste à peu près la même.

» Sans modifier la durée de l'ébullition, si l'on réduit à $5^{gr}$ le poids de l'oxalate d'ammoniaque, la quantité d'acide phosphorique dissous diminue très faiblement.

» Lorsqu'on ne rend pas la liqueur alcaline par un excès d'ammoniaque, la solution devenue acide contient une plus forte proportion de substances minérales. Lorsqu'on détruit les matières organiques du sol par une carbonisation à basse température, les proportions d'acide phosphorique et de potasse dissoutes ne sont pas modifiées; mais on observe une diminution notable sur les quantités de silice et d'oxyde de fer, beaucoup plus forte que celle qui correspondrait aux matières humiques décomposées.

» Il y a donc lieu de remarquer que, en dehors de la silice et de l'oxyde de fer des substances humiques, il y a dans le sol de la silice, de l'alumine et de l'oxyde de fer qui possèdent la propriété de se dissoudre dans des solutions bouillantes d'oxalate et de citrate d'ammoniaque et que cette propriété disparaît en partie par la calcination.

» Les terres sur lesquelles ont porté la plupart de nos essais n'étaient pas calcaires; mais nous avons vérifié ce fait que des terres contenant 39 pour 100 de carbonate laissent dissoudre dans l'oxalate d'ammoniaque la ma-

tière noire qu'elles contiennent et des principes minéraux en plus grande proportion qu'il n'y en a dans les matières humiques elles-mêmes. Il nous reste à déterminer le mode opératoire le plus convenable pour appliquer à ces terres calcaires le traitement par une solution d'oxalate d'ammoniaque. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains de transport et les terrains lacustres du bassin du chott Melrir (Sahara oriental).* Note de M. G. **Rolland**, présentée par M. Daubrée.

« Aucun terrain postérieur au Crétacé n'a été constaté et n'existe sans doute dans le Sahara algérien et tripolitain jusqu'à la grande formation d'atterrissement, d'un âge géologique récent, à laquelle est consacrée la présente Note. Cette vaste région était émergée bien avant l'Atlas, dont l'émersion définitive n'eut lieu que vers la fin du Miocène, et au pied septentrional duquel la mer se trouva dès lors rejetée; on ne trouve plus de formation marine postérieure que sur le revers nord du massif, tandis que les Hauts-Plateaux et le versant sud ne présentent ensuite que des atterrissements continentaux, lesquels se relient aux atterrissements du Sahara.

» Au cours de la Mission transsaharienne de 1879-1880 et plus récemment, en 1882 et 1884, j'ai pu étudier les atterrissements du Sahara, et en particulier ceux du bassin du chott Mélrir. Je dirai de suite que mes conclusions sont opposées à la théorie d'une mer saharienne à l'époque quaternaire, théorie sur laquelle je me propose de revenir.

» Avec M. Pomel [1], je considère les terrains en question comme une formation continentale, déposée par des eaux diluviennes. Les surfaces immenses qu'ils recouvrent apparaissent sur ma Carte géologique du Sahara au $\frac{1}{5000000}$ [2]; leur puissance dépasse peut-être $300^m$ dans certaines régions. Un tel cube implique comme agents d'ablation et de transport des quantités vraiment énormes d'eaux pluviales au Sahara à cette époque.

» Les atterrissements du Melrir se sont déposés à l'intérieur de la grande cuvette crétacée que j'ai décrite dans le Sahara oriental. Les eaux courantes répandirent d'abord à sa surface un manteau épais de terrains de transport, dont les matériaux furent empruntés en majeure partie au massif des grès dévoniens et des roches cristallines anciennes du Sahara central : d'où un

(1) A. Pomel, *le Sahara*; 1872.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. IX, p. 508; 1881.

étage inférieur de sables quartzeux arrondis, avec cailloux, étage que l'on peut distinguer tant à Ouargla que dans l'Oued Rir', grâce aux puits et aux sondages artésiens. Il présente une pente moyenne de $1^{mm}$ par mètre du sud au nord, sur plus de $650^{km}$, jusqu'à la région du chott Melrir, où il devient horizontal. La sonde y a pénétré de $70^{m}$ à Sidi-Khelil.

» Puis les dépressions furent occupées par des eaux relativement tranquilles, où se déposèrent des sédiments ténus et argileux. Un grand lac recouvrait l'emplacement actuel de l'Oued Rir' et du Souf, des chotts Melrir, Rharsa et Djérid, et baignait le pied sud de l'Atlas. Un autre lac existait dans la région de Ouargla, mais celui-ci fut bientôt comblé par de nouveaux dépôts de transport. En effet, un étage supérieur de sables et de grès quartzeux, également en pente vers le nord, s'observe dans l'Oued Mya et l'Oued Zgharghar, ainsi qu'à Ouargla, où sa puissance atteint $120^{m}$, et où il est séparé de l'étage inférieur par une assise intermédiaire d'argile de quelques mètres. Les sables et grès de l'étage supérieur sont légèrement argileux et renferment des gypses et calcaires concrétionnés.

» Ce second manteau de transport diminue d'épaisseur entre Ouargla et l'Oued Rir'. En même temps, il présente un changement latéral de faciès et passe à un terrain lacustre, lequel représente les sédiments du grand lac signalé plus haut, et recouvre dans tout l'Oued Rir' l'étage inférieur. Les argiles et marnes dominent dans cet étage lacustre supérieur, quoique avec des intercalations et mélanges de sables; elles sont recouvertes d'un dernier manteau de transport peu épais. Ici encore le gypse et les calcaires d'eau douce sont abondants dans l'étage supérieur, où ils forment parfois des couches compactes. Les dépôts lacustres possèdent une stratification assez nette et généralement lenticulaire; ils se sont modelés sur le fond de l'ancien lac; au sud, ils se relèvent en s'amincissant sur l'ancien rivage, à Blidet Amar. La puissance moyenne de l'étage supérieur est de $85^{m}$ le long des bas-fonds de l'Oued Rir', sur $120^{km}$; elle augmente beaucoup vers le Melrir, au nord duquel, à El Fayd, un sondage y a pénétré de $150^{m}$.

» La même formation se poursuit, en se relevant doucement, sur $100^{km}$ au nord de l'Oued-Rir', jusqu'au pied de l'Aurès, et nous ne voyons aucune raison, ni minéralogique, ni stratigraphique, pour la distinguer de la formation tout à fait semblable qui a été décrite sous le nom de *terrain lacustre de Biskra*. Le dernier manteau de transport est ici plus épais.

» La faune de ces terrains est assez pauvre. Elle comprend des coquilles fluviatiles et terrestres; de plus, le *Cardium edule* en place se trouve déjà dans les niveaux supérieurs de l'étage lacustre.

» En général, les atterrissements du Sahara sont restés dans des positions voisines de celles où ils se sont déposés. Par place, il est vrai, les couches présentent des bombements, parfois accentués, mais restreints en étendue et indépendants les uns des autres : il ne s'agit là que de mouvements locaux du sol, faciles à expliquer par des affaissements et des glissements, étant données la composition des terrains et la circulation d'eaux artésiennes dans leur sein. En outre, ces formations ont subi, depuis leur dépôt, des mouvements d'ensemble, en relation avec les oscillations du continent africain, et ces mouvements, malgré leurs faibles amplitudes relatives, ont dû suffire pour développer des pressions latérales et ployer légèrement les couches, ou pour faire jouer des cassures préexistantes des terrains crétacés sous-jacents. Ainsi, c'est à un petit soulèvement que j'attribue la ligne de relief du Kef el Dohor, longue de $30^{km}$, et parallèle aux plissements de l'Atlas. Le redressement énergique des terrains lacustres à la lisière nord du Sahara s'explique par un soulèvement du même ordre, ayant donné lieu à un exhaussement du massif montagneux par rapport à la plaine.

» Postérieurement, ces atterrissements furent eux-mêmes l'objet de dénudations gigantesques, qui se terminèrent par le creusement des vallées de l'Atlas et du Sahara, ainsi que des cuvettes des chotts, et furent encore accompagnées de dépôts de transport, graviers, sables et limons, et de dépôts lacustres avec *C. edule* et coquilles d'eaux douces et saumâtres.

» On semble d'accord pour regarder ces dernières alluvions comme quaternaires. Mais quel est l'âge des atterrissements anciens? La plupart des géologues les considèrent aussi comme quaternaires. Cependant le terrain lacustre de Biskra, qui, pour nous, est l'équivalent des terrains lacustres du Sahara, repose en stratification discordante dans l'Aurès sur les molasses marines à *Ostrea crassissima*; or, le principal soulèvement de l'Atlas, ayant eu lieu après le dépôt de ces molasses, est contemporain de celui des Alpes, lequel a ouvert la période pliocène en Europe : il nous semble donc naturel, revenant à l'opinion de M. Coquand [1], d'attribuer également un âge pliocène aux terrains de transport et lacustres qui se formèrent ensuite au nord de l'Afrique. Poursuivant l'analogie, on regarderait le Pliocène comme se prolongeant jusqu'à la fin du creusement des vallées. Toutefois il convient d'observer qu'on n'a pu encore trouver d'ossement fossile dans les atterrissements anciens, ni établir nettement de relation d'âge entre eux et les dépôts marins, postérieurs à l'émersion de l'Atlas, du littoral méditer-

---

[1] H. COQUAND, *Géologie et Paléontologie de la province de Constantine*; 1862.

ranéen (dépôts sahéliens, pliocènes et quaternaires de M. Pomel). Aussi, en l'état, le mieux serait sans doute de désigner les atterrissements anciens sous un nom spécial, qui réservât la question de leur âge exact : la dénomination de *terrain saharien*, déjà proposée par Ville ([1]), nous paraît s'appliquer parfaitement ici. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur un Péridinien parasite*. Note de M. G. POUCHET, présentée par M. Robin.

« Les Péridiniens sont certainement une des formes vivantes sur l'évolution et la reproduction desquelles règne le plus d'obscurité. Nous avons nous-même fait connaître à l'Académie (30 octobre 1882) un fait nouveau, l'existence de chaînes de *Ceratium*, qui, loin d'éclairer l'histoire de ces êtres, semble y apporter une complication nouvelle. Le fait que nous signalons aujourd'hui sur un être du même groupe (groupe cependant très homogène) demeure une fois de plus sans lien avec ceux que nous avons antérieurement fait connaître ou ceux que signalent les auteurs qui se sont occupés de ces êtres (Stein, Bergh, Klebs).

» Il existe, sur les Appendiculaires qu'on pêche en abondance dans la baie de Concarneau, un parasite que j'ai rencontré, soit au mois de septembre (1883), soit au mois de mai (1884). Ce parasite est un être unicellulaire. Les plus petits individus que l'on découvre sont longs de 30 $\mu$ environ, adhérents par une extrémité en pointe à leur hôte, arrondis par l'autre extrémité. Ils grandissent et atteignent, en un temps que je ne puis déterminer, des dimensions considérables relativement à l'Appendiculaire qui les entraîne dans ses mouvements violents. Ils mesurent 170 à 180 $\mu$, avec un noyau grand en proportion ; ils sont brun foncé et présentent l'apparence de « poires » un peu aplaties fixées par une « queue » ou pédicule; ils sont enveloppés d'une mince cuticule qu'ils conservent lorsqu'ils se détachent, tandis qu'ils abandonnent leur pédicule. On trouve alors ces corps flottant en grande abondance à la surface de la mer. On y voit en même temps d'autres corps de même dimension, moins bruns, régulièrement ovoïdes, également enveloppés d'une cuticule, également unicellulaires, appelés à subir la même évolution ultérieure, et qui sont sans doute les mêmes êtres détachés prématurément de l'hôte et qui ont grandi en liberté.

([1]) G. VILLE, Exploration des bassins du Hodna et du Sahara ; 1868.

» Quoi qu'il en soit, ces corps flottants de l'une et l'autre sorte commencent une évolution générique de tous points comparable à la segmentation d'un vitellus fécondé, avec cette différence que les produits de la segmentation demeurent toujours indépendants. Il se forme deux, puis quatre sphères libres, puis huit, puis seize et ainsi de suite. Comme dans un vitellus, les sphères, toujours uninucléées, deviennent de plus en plus petites, et en même temps moins brunes, plus transparentes; elles flottent indépendantes, et abandonnent, à mesure qu'elles se segmentent, de très minces cuticules.

» Enfin, quand les dernières sphères, ainsi formées par scissiparité successive, ne mesurent plus que $10^{\mu}$ à $13^{\mu}$, on les voit s'animer : elles ont pris, en effet, un long flagellum et une couronne ciliaire. Ce sont des Péridiniens types, extrêmement petits, les voisins ou les analogues de ceux qu'Ehrenberg avait rangés sous le nom spécifique de *Pulvisculus*, *Gymnodinium pulvisculus* de Bergh. En comparant les dimensions de ces petits Péridiniens au corps parasite d'où ils dérivent, on voit que le volume de ceux-ci représente environ $\frac{1}{200}$ du volume de celui-là.

» Tout ce processus évolutif, auquel on pourrait donner le nom de *segmentation libre* ou *indépendante*, exige environ vingt-quatre heures, et il est aisé d'en suivre les phases. Nous avons été moins heureux en essayant d'observer ce que deviennent ces *Gymnodinium*. Ce n'est pas certainement sous cette forme qu'ils se fixent sur la queue des Appendiculaires.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de faire remarquer combien, même pour l'étude d'êtres aussi petits, le concours de la Marine de l'État devient précieux. C'est en nous permettant de réaliser pendant deux saisons une surveillance presque quotidienne de la faune pélasgique de la côte de France, que ce concours, dont nous sommes reconnaissants à M. le Ministre de la Marine, nous a permis à deux reprises de signaler des faits aussi nouveaux qu'inattendus dans cette histoire encore si obscure des Péridiniens. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Contribution à l'étude de l'agent virulent de la septicémie puerpérale*. Note de M. S. **Arloing**, présentée par M. Bouley.

« Depuis 1869, époque à laquelle MM. Coze et Feltz observaient, pour a première fois, la virulence du sang chez la femme morte de septicémie

puerpérale, jusqu'en 1879, plusieurs auteurs ont fait des constatations semblables sur le sang et les liquides morbides des malades.

» De 1879 à 1883, la question entra dans une phase nouvelle; on chercha à isoler et à déterminer les micro-organismes infectieux par la culture et l'inoculation. Dans cette période, se placent les travaux de MM. Pasteur, Doléris, Masini, Chauveau. Mais ces expérimentateurs furent bientôt arrêtés dans leurs études par la disparition rapide de l'activité de leurs cultures.

» Néanmoins, M. Pasteur admit que trois microbes différents, non spécifiques, peuvent produire les divers états morbides décrits sous le nom de *fièvre puerpérale;* M. Doléris en admit quatre. M. Masini pensa que des micro-organismes vésiculeux, piriformes et punctiformes, identiques à ceux des autres processus septiques, causaient, suivant la quantité qui pénètre dans le sang, toutes les formes de l'intoxication puerpérale. M. Chauveau reconnut un seul micro-organisme polymorphe, vivant dans le sang de la femme infectée; il l'estima capable de produire toutes les variétés de la septicémie puerpérale; mais il ne serait pas particulier à l'état puerpéral: on le retrouverait aussi dans les fièvres infectieuses traumatiques.

» Tel était l'état de la question, lorsque nous avons entrepris, à partir de juin 1883, les recherches dont nous ferons l'exposé sommaire. Au moment de publier nos résultats, nous avons appris, par le *Deutsche Medicinische Wochenschrift* du 3 avril 1884, que M. Fraenkel avait cultivé les micro-organismes du liquide péritonéal de la femme sur la gélatine de Koch, et qu'il avait obtenu des cocci virulents, elliptiques, rassemblés en petits rubans. Les inoculations sur le lapin, la souris et le cobaye n'ont pas été très constantes dans leurs résultats. L'auteur est disposé à admettre des relations entre les cocci et l'érysipèle phlegmoneux et ceux de la péritonite puerpérale. Mais, en résumé, nous ne savons pas, quant à présent, s'il a été beaucoup plus heureux que M. Chauveau dans ses cultures, car il ne dit pas s'il les a poursuivies pendant plusieurs générations et si la conservation de la virulence accompagnait celle des caractères morphologiques.

» Nous avons cultivé artificiellement le virus puerpéral à $+35^{\circ}$ dans le bouillon de bœuf salé (viande de bœuf dégraissée, $1^{kg}$; eau, $4^{lit}$; sel marin, $40^{gr}$) à l'air libre, dans l'oxygène sous la pression normale, dans l'acide carbonique et dans le vide.

» Dans deux séries de cultures de pus péritonéal et des lochies,

poussées jusqu'aux troisième et quatrième générations, nous avons noté la coexistence de la virulence et de micro-organismes semblables à ceux des humeurs naturelles. Mais la plus longue série de cultures aérobies que nous ayons faite, et qui comprend aujourd'hui vingt-six générations, a pour souche une goutte de sang puisée dans la veine sus-hépatique d'un lapin mort d'une péritonite puerpérale. La semence était donc dans les meilleures conditions pour ne renfermer que les véritables agents septiques.

» La multiplication commence rapidement dans ces cultures, mais n'est complète que le quatrième ou le cinquième jour. Dès la première génération, les micro-organismes prennent des caractères morphologiques plus uniformes; les grosses chaînettes que l'on voyait dans le pus péritonéal et les lochies disparaissent; le diamètre des autres devient moins considérable. Dans les générations d'un numéro élevé, la plupart des fines chaînettes se résolvent en diplocoques; les plus longues ont rarement plus de quatre à cinq cocci.

» Les micro-organismes élevés dans le bouillon de bœuf salé sont plus actifs que ceux des sérosités humaines, attendu qu'ils tuent les jeunes lapins en dix-huit à vingt heures, les adultes en vingt-quatre à trente heures, et même un certain nombre de cobayes, animaux qui résistent habituellement à l'inoculation du pus péritonéal.

» Les cultures dans le vide ont été poussées jusqu'à la septième génération. Les microbes qu'elles contenaient, moins nombreux que ceux des cultures aérobies, possédaient en revanche une plus grande activité. Nous avons remplacé l'air par l'acide carbonique; nous avons obtenu les mêmes résultats que dans le vide. Les cultures dans l'oxygène ne différaient pas des cultures à l'air libre.

» Les insuccès de nos prédécesseurs tenaient au choix du milieu nutritif. Nous avons essayé le bouillon de poulet, et nous avons vu l'activité du virus disparaître après la première ou la deuxième génération; reportions-nous la génération suivante dans le bouillon de bœuf salé, aussitôt reparaissaient les propriétés pathogènes; on les enlevait de nouveau, en cultivant encore une fois dans le bouillon de poulet. Le bouillon de bœuf non salé nous a fourni aussi des générations actives.

» La semence reste stérile dans une étuve chauffée entre $+45°$ et $+47°$; toutefois elle conserve ses propriétés à l'état latent pendant trois à quatre jours, car, si l'on transporte le matras dans une étuve chauffée à $+35°$ seulement, la végétation s'y établit rapidement. A $+43°$, la végétation et l'activité pathogène du micro-organisme diminuent simultanément; on peut

leur restituer l'état normal en les portant dans de nouvelles cultures entretenues à + 35°.

» Les lapins, inoculés avec les cultures élevées à 43°, vivent beaucoup plus longtemps que les autres; quelques-uns même échappent à la mort. L'expérience nous a montré, comme à M. Chauveau, que ces derniers jouissent de l'immunité contre de nouvelles inoculations. Après la culture méthodique du *micrococcus septicus puerperalis*, nous sommes donc conduit vers son atténuation; mais nous nous réservons d'aborder ce sujet dans une autre Communication.

» Nous terminerons celle-ci par les remarques suivantes :

» Si les lapins sont inoculés avec le virus très actif cultivé dans le vide, ils meurent en présentant tous les signes d'un empoisonnement septique, sans suppuration. S'ils sont adultes et inoculés avec le même agent cultivé à l'air, la maladie évolue plus lentement, et ils offrent les lésions de la péritonite fibrineuse. Enfin, s'ils ont reçu du virus affaibli par la culture dans un milieu peu favorable, la maladie est encore plus longue, et la suppuration s'établit dans les séreuses. Nous avons vu de ces virus affaiblis engendrer, surtout quand ils étaient déposés dans le tissu conjonctif, de nombreux abcès en tous les points du système musculaire. Dans tous les cas, on rencontre le même microbe, comme en témoignent les cultures. On peut donc, à volonté, provoquer l'une ou l'autre de ces formes morbides dont le tableau correspond à celui des formes que l'on observe chez la femme.

» Conséquemment, nous croyons pouvoir affirmer : 1° que les différentes formes de la septicémie puerpérale reconnaissent, comme l'admettait M. Chauveau, un seul agent qui, suivant son activité, produit l'une ou l'autre; 2° que, s'il est démontré que ce micro-organisme est unique, il n'est pas prouvé qu'il soit spécial à l'état puerpéral; seulement, la puerpéralité réalise des conditions favorables à son introduction et à son évolution dans l'organisme humain. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Sur une méthode nouvelle de transfusion du sang (sang soumis préalablement à l'action de la peptone)* [1]. Note de M. Afanassiew, présentée par M. Vulpian.

« La transfusion soit directe, soit indirecte, du sang semble depuis une dizaine d'années compter un nombre de partisans de plus en plus restreint.

---

[1] Travail du laboratoire de Pathologie expérimentale et comparée de M. Vulpian.

Ce fait peut être expliqué par les causes suivantes : l'acte de la défibrination prive le sang non seulement de certains éléments intégrants de sa constitution, mais encore porte une grave atteinte à la vitalité de tout ce qui reste. La transfusion du sang défibriné ne donne pas les résultats voulus, par cela même qu'il n'est plus normal.

» Les méthodes de transfusion directe du sang ont un défaut commun : c'est que le sang peut se coaguler dans les appareils et entraver l'opération. Il y a plus : il est établi que, longtemps avant la coagulation complète et générale du sang, celui-ci commence à se coaguler en petites masses visibles au microscope. Or, comme pendant la transfusion du sang on doit se garder d'introduire dans le corps des coagula pouvant être le point de départ d'embolies et de thrombus, on comprend qu'on ait cherché à remplacer, dans cette opération, le sang par une solution de chlorure de sodium (Kronecker et Sander, Jolyet et Laffont, Schwarz, Ott).

» Mais il nous paraît que ces auteurs vont certainement trop loin en affirmant que la transplantation du sang en général n'est pas possible. Ils oublient : 1° que dans les anémies graves (perte au delà de $\frac{2}{3}$ du sang entier), le sang seul (Maydl) peut sauver la vie de l'animal ; 2° que personne jusqu'ici n'a démontré que *tous* les globules rouges injectés périssent dans l'économie de l'animal transfusé.

» Voilà pourquoi la recherche de nouvelles méthodes de transfusion, plus perfectionnées, nous a paru nécessaire.

» Dans ces recherches, je me suis posé la question suivante : s'il est périlleux de transfuser le sang tel quel d'un animal à l'autre, ne pourrait-on pas trouver une substance inoffensive pour l'organisme, qui, mélangée avec le sang normal, aurait la propriété de conserver les caractères morphologiques et physiologiques de ce liquide, et qui, en conséquence, serait éminemment propre à en faciliter la transfusion?

» En 1881, Schmidt-Mülheim, faisant des expériences dans un but tout à fait différent, a trouvé que la peptone en solution, injectée dans le sang d'un animal, dans la proportion de $0^{gr},30$ à $0^{gr},60$ par kilogramme d'animal, arrête la coagulation pendant un espace de temps plus ou moins long, selon la quantité de peptone injectée. Cependant Schmidt-Mülheim n'a pas réussi à empêcher la coagulation du sang, quand il le laissait couler de l'artère dans la solution peptonique.

» En répétant les expériences de cet auteur, je me suis assuré que : 1° l'injection de fortes doses de peptone ($0^{gr},3$ à $0^{gr},6$ par kilogramme d'animal) dans les veines n'est pas suivie de symptômes toxiques ; tout au plus

observe-t-on parfois une faible influence narcotique; 2° le sang peptonisé, obtenu par la saignée, possède la faculté de ne pas se coaguler depuis quelques minutes jusqu'à vingt-quatre heures et même davantage; 3° dans un pareil sang peptonisé, tous les éléments figurés comme les globules rouges, les globules blancs, les hématoblastes d'Hayem, se conservent très longtemps sans aucune altération microscopique; 4° les propriétés physiques du sang, sa couleur, sa manière de se comporter envers l'oxygène, ses facultés spectroscopiques (deux bandes d'absorption), sont les mêmes que dans le sang normal; 5° si on laisse couler le sang des artères ou des veines directement dans une solution de peptone d'une certaine concentration et d'une température de 40° C., sans laisser pénétrer l'air, on peut préserver le sang de la coagulation pour un temps plus ou moins long. Dans ce cas, le sang ne montre aucune des altérations que peuvent déceler toutes nos méthodes d'examen, excepté une, la perte de la propriété de la coagulation. Mais encore cette faculté de la coagulation reparaît au bout de quelque temps.

» Ayant largement et dûment constaté tous les points que je viens d'énumérer, je me décidai à employer la transfusion du sang peptonisé dans de nombreux cas d'anémies très fortes, produites artificiellement chez des chiens (la perte du sang n'était pas moins de $\frac{2}{3}$ du sang entier). L'expérience se faisait ordinairement de la manière suivante : le sang coulait directement, à l'abri de l'air, de l'artère d'un chien dans un flacon rempli préalablement d'une solution de peptone salée d'une certaine concentration et température. C'est ce mélange non coagulé, contenant de $1\frac{1}{8}$ à $1\frac{1}{2}$ de peptone pour 100, qui a servi à la transfusion chez des chiens ayant subi la soustraction sanguine susdite.

» Si la transfusion du sang peptonisé se fait trop vite, l'animal peut avoir des nausées; mais généralement il semble se porter assez bien, quoique l'appétit ne reparaisse ordinairement que le second jour. Pendant la convalescence, le sang, qui a été examiné à plusieurs reprises, ne montrait aucune altération des hématies. Par contre, dans deux expériences faites avec du sang défibriné, nous avons pu constater une altération indéniable des globules, consistant dans une perte partielle de leur substance colorante.

» J'ai hâte de dire que la peptone servant à ces expériences ne doit être ni trop acide, ni adultérée. Celle qui remplit le mieux ces conditions parmi celles que j'ai essayées est la peptone Hottot-Boudault, débarrassée de l'acide chlorhydrique par la dialyse. Cette peptone nous a servi pour

nos six dernières expériences, faites sur des chiens privés des $\frac{2}{3}$ à $\frac{3}{4}$ de leur sang. Malgré les symptômes observés après la saignée : accès de dyspnée, de contracture des membres, parfois même cessation de la respiration, malgré un pouls insensible et des réflexes presque disparus, les animaux transfusés se sont assez vite rétablis.

» Certainement, avant de proposer l'application de la transfusion du sang peptonisé à la Thérapeutique, il faut démontrer par l'analyse microscopique et chimique qu'une certaine partie du sang injecté est assimilée par l'organisme, c'est-à-dire que le sang peptonisé sauve l'organisme non pas comme un liquide indifférent, mais comme un liquide contenant une certaine quantité d'éléments figurés, chargés d'hématose, etc.

» Si l'on arrivait à cette application, elle serait très facile à réaliser. On n'aurait qu'à modifier un peu l'appareil de Roussel ou de Dieulafoy. On adapterait au tube de caoutchouc, monté sur la canule du sujet qui donne le sang, un autre tuyau en caoutchouc, qui serait en communication avec la solution de peptone d'une concentration connue. Pendant que l'aspiration du sang se fait, la peptone du vase serait également aspirée, et l'on éviterait ainsi la coagulation du sang pendant la transfusion.

» Avec les modifications que nous proposons, nous avons réussi à injecter beaucoup plus de sang intact qu'on ne peut le faire d'ordinaire. Dans trois expériences, faites avec l'appareil de Roussel sur des chiens, nous avons introduit facilement d'un chien à l'autre plus de 400$^{cc}$ du sang peptonisé (à peu près 100$^{cc}$ de solution de peptone et par conséquent 300$^{cc}$ de sang).

» Nous continuons en ce moment ces expériences, sur lesquelles nous reviendrons dans une prochaine publication. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'exagération du pouvoir évaporant de l'air à l'équinoxe du printemps.* Note de M. L. DESCROIX.

« Parmi les conclusions que j'ai tirées de 3500 journées durant lesquelles l'évaporomètre Piche a subi les influences atmosphériques les plus diverses, je signalerai la suivante, qui mérite, je crois, un moment d'attention.

» Je trouve que, d'une manière générale, on peut écrire que la vaporisation de l'eau pure à la surface de la petite rondelle de papier buvard est variable comme le rapport entre le carré du nombre qui mesure l'abaissement du point de rosée d'une part et la température ambiante de l'autre;

par conséquent, si l'on a pu déterminer la constante instrumentale relative à la période de vingt-quatre heures par exemple, et l'accélération correspondant à la vitesse du vent, on doit pouvoir passer immédiatement du poids de vapeur éliminée durant ce temps à l'état hygrométrique moyen diurne, qu'on n'obtient que très difficilement ou très imparfaitement par les méthodes directes ordinaires. C'est bien le cas la plupart du temps; et l'on dispose ainsi d'un procédé des plus simples et suffisamment exact, à la condition que l'installation soit aménagée comme il convient pour que l'intégration qui s'effectue de la sorte mécaniquement puisse être en toute occasion vérifiée pour de courts intervalles, et qu'elle permette par exemple d'y retrouver la variation diurne aussi bien qu'elle est fournie par la combinaison des données séparées empruntées à l'anémomètre, aux thermomètres sec et mouillé.

» Mais il arrive que la méthode est absolument en défaut dès le 15 mars et jusqu'au moment où le réchauffement de notre hémisphère est devenu assez stable pour que la tendance à la dépression générale soit notablement affaiblie. C'est à cette époque de transition que la résultante du vent s'incline de plus en plus vers le nord-ouest, puisqu'elle indique pour orientation générale un écart de plus de 55° sur la direction moyenne.

» D'où peut venir cette apparente anomalie qu'accuse l'évaporomètre, ainsi qu'on peut le voir dans le Tableau ci-contre? Comment se fait-il que, pour des températures extrêmement différentes (de 11° l'après-midi pour le printemps, de 22° pour le plein cœur d'été), le pouvoir évaporant de l'air soit absolument le même, quoique l'humidité relative ne soit pas plus faible en avril qu'en juillet? Le fait est si net, de quelque défiance raisonnable qu'on s'inspire à l'endroit du moyen de contrôle, qu'il ne m'est pas possible de le méconnaître. Quoiqu'il y ait là contradiction avec les expériences de laboratoire et notamment avec l'opinion si rigoureusement fondée de Regnault, quant à l'invariabilité de chaleur spécifique du mélange gazeux qui constitue l'air, je suis bien obligé d'admettre que, dans un espace illimité comme l'atmosphère et profondément troublé comme il est à l'époque critique indiquée, les choses se passent tout autrement qu'en vases clos et sous des pressions bien réglées.

» D'ailleurs, il est acquis que la radiation, que l'intensité des forces dites magnétiques subissent à la même époque une recrudescence des plus marquées et surtout des plus brusques. Je supposerai donc que les influences réciproques des agents physiques permanents sont alors exaltées,

mais seulement d'une manière passagère; de telle sorte que, dans l'ignorance où nous sommes des antécédents de certaine force inconnue, du coefficient de détente, si je puis m'exprimer de la sorte, qu'elle nécessite, notre logique scientifique est déroutée. Certainement il y aurait lieu d'établir, avec plus de précision que je ne l'ai pu faire, l'existence d'un fait aussi singulier. Les physiciens voudront peut-être, malgré cela, jeter les yeux sur le résumé suivant qui l'établit, sans que je me sois permis le moindre redressement dans la combinaison des valeurs brutes, données ici telles quelles. Je ferai remarquer que les comparaisons, qu'on peut faire de même dans les cas où l'évaporation prenait des valeurs excessives, seraient frappantes. Mais, comme on pourrait m'objecter que les circonstances exceptionnelles d'agitation de l'atmosphère portent à l'illusion dans le moment où le maximum est atteint, j'ai préféré n'en retenir que les moyennes, sauf à reprendre ensuite l'étude des cas particuliers, afin de m'édifier sur le mérite de la méthode.

*Marche comparée de l'évaporomètre et des éléments météoriques qui déterminent son fonctionnement, telle qu'elle résulte de 3500 journées d'observations, de 1873 à 1884* (¹).

| | Température moyenne de 9h à 10h. | État hygrom. moyen de 9h à 18h. | Évaporation moyenne horaire de 9h à 18h. (mm) | Vitesse du vent. (km) | Nombre de journées. | Pression barométrique à midi, écart de la normale. (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Oct. 1 à 10 | 14,60 | 70,3 | 0,127 | 15,0 | 110 | 1,35 |
| 11 à 20 | 12,77 | 73,5 | 0,101 | 14,5 | 110 | —0,86 |
| 21 à 31 | 10,18 | 77,3 | 0,080 | 16,5 | 120 | —2,64 |
| Nov. 1 à 10 | 9,35 | 77,4 | 0,089 | 16,0 | 100 | 0,85 |
| 11 à 20 | 7,97 | 76,8 | 0,091 | 19,5 | 102 | —1,57 |
| 21 à 30 | 6,36 | 79,4 | 0,092 | 19,5 | 82 | —2,54 |
| Déc. 1 à 10 | 3,40 | 81,5 | 0,062 | 16,1 | 70 | 0,29 |
| 11 à 20 | 3,60 | 83,2 | 0,057 | 15,5 | 72 | 0,68 |
| 21 à 31 | 3,93 | 82,4 | 0,069 | 15,5 | 77 | 1,99 |
| Janv. 1 à 10 | 4,31 | 79,4 | 0,086 | 17,0 | 58 | 2,44 |
| 11 à 20 | 3,30 | 83,4 | 0,067 | 15,0 | 61 | 3,53 |
| 21 à 31 | 3,16 | 79,3 | 0,105 | 15,5 | 45 | 4,26 |

(¹) Voir les publications de détail de l'Observatoire de Montsouris, soit aux *Comptes rendus*, soit à l'*Annuaire de la Statistique municipale*, soit à l'*Annuaire de l'Observatoire même*.

| | Température moyenne de 9h à 10h. | État hygrom. moyen de 9h à 18h. | Évaporisation moyenne horaire de 9h à 18h. mm | Vitesse du vent. km | Nombre du journées. | Pression barométrique à midi, écart de la normale. mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Févr. 1 à 10..... | 4,16 | 79,0 | 0,091 | 15,5 | 48 | 2,92 |
| 11 à 20..... | 6,53 | 76,0 | 0,108 | 17,0 | 86 | 0,71 |
| 21 à 31..... | 6,55 | 76,9 | 0,099 | 15,0 | 69 | −0,31 |
| Mars 1 à 10..... | 8,39 | 69,2 | 0,156 | 19,0 | 87 | 1,35 |
| 11 à 20..... | 9,00 | 61,5 | 0,184 | 16,0 | 89 | 1,10 |
| 21 à 31..... | 9,60 | 58,9 | 0,217 | 18,0 | 105 | −2,69 |
| Avril 1 à 10..... | 12,02 | 59,3 | 0,225 | 19,0 | 106 | −2,87 |
| 11 à 20..... | 12,93 | 56,3 | 0,228 | 17,5 | 108 | −3,52 |
| 21 à 31..... | 13,32 | 56,3 | 0,223 | 16,5 | 110 | −2,16 |
| Mai 1 à 10..... | 13,65 | 53,9 | 0,255 | 18,5 | 110 | −1,22 |
| 11 à 20..... | 16,45 | 51,1 | 0,278 | 18,5 | 110 | 1,08 |
| 21 à 31..... | 17,76 | 56,7 | 0,238 | 15,5 | 121 | 0,14 |
| Juin 1 à 10..... | 19,66 | 58,6 | 0,228 | 16,0 | 110 | −0,55 |
| 11 à 20..... | 19,09 | 59,1 | 0,226 | 16,0 | 110 | 0,08 |
| 21 à 31..... | 21,16 | 56,8 | 0,241 | 14,0 | 110 | 0,31 |
| Juill. 1 à 10..... | 21,48 | 57,5 | 0,240 | 15,0 | 110 | 0,60 |
| 11 à 20..... | 22,37 | 55,7 | 0,272 | 15,0 | 110 | 0,47 |
| 21 à 31..... | 22,01 | 56,4 | 0,250 | 14,0 | 121 | 0,37 |
| Août 1 à 10..... | 21,57 | 56,2 | 0,255 | 14,5 | 110 | 0,81 |
| 11 à 20..... | 22,09 | 59,7 | 0,233 | 15,0 | 110 | −0,13 |
| 21 à 31..... | 21,06 | 62,0 | 0,215 | 17,0 | 121 | −0,88 |
| Sept. 1 à 10..... | 18,82 | 63,4 | 0,190 | 15,0 | 110 | 0,25 |
| 11 à 20..... | 17,86 | 68,5 | 0,149 | 14,0 | 110 | 0,00 |
| 21 à 31..... | 16,16 | 72,2 | 0,123 | 14,5 | 121 | 0,14 |

M. Ch. Zenger adresse deux Notes portant pour titres : « La loi générale du mouvement des corps célestes appliquée aux intervalles des périhélies des comètes » et « La périodicité de la pression barométrique ».

M. Ch. Hauvel adresse une Note portant pour titre : « Prévision du temps prochain par l'observation des nuages ».

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 mai 1884.

*Ministère de la Guerre. Service géographique de l'armée. Notices sur la carte d'Afrique au* $\frac{1}{2000000}$. Paris, L. Baudoin, 1882-1884; 3 liv. in-8°, avec cartes. (Présenté par M. Perrier.)

*Forêts, bois et broussailles des principales localités du nord de la Tunisie explorés, en 1883, par la mission botanique; par* E. Cosson. Paris, Imp. nationale, 1884; in-8°.

*Comité international des poids et mesures. Procès-verbaux des séances de* 1883. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°. (Deux exemplaires.)

*Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux;* 1er et 2e fascicules, 1883. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret et fils, 1884; in-8°.

*Réflexions sur des points de Météorologie; par* M. le contre-amiral A. Mottez. Paris, Berger-Levrault, 1884; 2 br. in-8°.

*Les anomalies musculaires chez l'homme expliquées par l'Anatomie comparée. Leur importance en Anthropologie; par le* Dr L. Testut. Paris, G. Masson, 1884; in-8°. (Présenté par M. Vulpian pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

*Conférences universitaires sur la médecine pratique de l'enfance (partie spéciale); par le* Dr N. Droixhe (de Huy). Liège, imp. Bertrand, 1884; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

*Etude clinique sur les cystites; par* M. Hache. Paris, F. Alcan, 1884; in-8°. (Renvoyé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Dr A. Chervin. *Géographie médicale du département de la Seine inférieure.* Paris, imp. Chaix, 1883; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours Montyon, Statistique.)

*Contribution à l'étude statistique de la criminalité en France, de 1826 à 1880; par le* Dr J. Socquet, avec Préface par M. le prof. Brouardel. Paris, Asselin, 1884; in-8°. (Renvoyé au Concours Montyon, Statistique.)

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 2 JUIN 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **J.-A. Serret** présente à l'Académie le tome X des « Œuvres de Lagrange ». Ce volume a pour titre *Leçons sur le calcul des fonctions*.

Les Leçons I à XIX ont été professées à l'École Polytechnique pendant l'an VII (1799) par Lagrange, qui les a fait paraître dans le tome X de la nouvelle édition des *Séances des Ecoles normales*, an IX (1801), en y ajoutant une XX$^e$ Leçon.

Ces vingt Leçons ont été réimprimées dans le XII$^e$ Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*, an XII (1804).

Lagrange a publié, en un volume in-8° (1806), une deuxième édition contenant deux Leçons nouvelles (XXI$^e$ et XXII$^e$), qui ont été reproduites ultérieurement dans le XIV$^e$ Cahier du *Journal de l'Ecole Polytechnique* (1808).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Commentaire arithmétique sur une formule de Gauss;* par M. DE JONQUIÈRES.

« I. Gauss consacre le § 357 des *Disquisitiones* à la démonstration d'un théorème remarquable qui, un peu généralisé depuis quant à la forme de l'énoncé, peut s'exprimer ainsi :

» *p étant un nombre premier* $> 3$ *et* X *désignant la fonction* $\frac{x^p - y^p}{x - y}$, *on a*

$$4X = Y^2 - pZ^2 \quad \textit{si } p \textit{ est de la forme } 4i + 1,$$

*et*

$$4X = Y^2 + pZ^2 \quad \textit{si } p \textit{ est de la forme } 4i + 3.$$

» Y et Z sont des polynômes rationnels à coefficients entiers, au sujet desquels Gauss, dans le § 349 de l'Ouvrage précité, et, après lui, Legendre, dans sa *Théorie des nombres,* ont fait connaître quelques propriétés dont on trouve une démonstration, plus développée et aussi élégante que précise, dans l'*Algèbre supérieure* de M. Serret (t. II, pages 545 et suiv.). En outre, Gauss et Legendre, supposant $y = 1$, écrivent les valeurs algébriques des polynômes Y et Z, qui se rapportent aux moindres valeurs de $p$, savoir $p = 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23$ et $29$. Ces expressions et toutes celles qu'on formerait au delà de $p = 29$ conviennent encore au cas général de $y$ égal à un entier quelconque, moyennant une précaution très simple à prendre dans le calcul numérique.

» II. Examinant d'abord séparément le cas où $p$ est de la forme $4i + 3$, où, par suite, on a $4X = Y^2 + pZ^2$, je conclus sans difficulté des propriétés que possèdent, dans Y et Z, les coefficients également distants des extrêmes, et de ce que, pour cette forme de l'exposant $p$, ces polynômes se composent chacun d'un nombre *pair* de termes, que les valeurs numériques de Y et Z sont paires pour toute valeur de $x$, et que, par suite, on a

$$X = Y_1^2 + pZ_1^2, \quad \text{en même temps que} \quad 4X = Y^2 + pZ^2,$$

$Y_1$ et $Z_1$ étant respectivement égaux à $\frac{Y}{2}$ et $\frac{Z}{2}$.

» Cette première remarque me semble n'être pas sans intérêt, puisque, sous le rapport arithmétique, elle double en quelque sorte l'énoncé de Gauss, dans la totalité des cas, si $p = 4i + 3$, et (comme on le verra plus loin, VII) dans la moitié de la totalité des cas si $p = 4i + 1$.

» III. Toutefois l'observation que j'ai principalement en vue est autre, et consiste en ce que la solution fournie par les formules algébriques dans chaque cas, et qui est unique (sauf pour $p=3$, où elles en indiquent trois), n'est pas toujours, à beaucoup près, la seule solution existante au point de vue numérique.

» En faisant connaître la solution *générale*, l'Algèbre remplit sa fonction; mais l'Arithmétique, à son tour, fait connaître d'autres solutions, qui se présentent concurremment avec celle-là, tantôt simples, tantôt multiples, toutes les fois que la valeur numérique de X, correspondant aux valeurs données de $x$ et $y$, n'est pas un nombre premier. Ce cas étant d'ailleurs le plus fréquent, il s'ensuit que ces solutions, supplémentaires à la solution algébrique *normale*, ne sont pas de celles qu'on pourrait appeler *exceptionnelles* ou *singulières;* ce sont, au contraire, les plus nombreuses dès que X est un nombre composé un peu grand.

» IV. Pour me borner ici à un seul exemple de chacune des espèces les plus simples, la formule de Gauss et les procédés de calcul de Gauss ou de Legendre fournissent immédiatement les décompositions normales de $4X$, et, d'après II, celles qui s'en dérivent pour X, pour chacun des nombres ci-après :

$$(1)\quad 4X = 4(4^7-3^7) = \overline{86}^2 + 7.\overline{84}^2, \quad \text{d'où} \quad X = (4^7-3^7) = \overline{43}^2 + 7.\overline{42}^2;$$

$$(2)\quad 4X = 4\left(\frac{5^7-2^7}{5-2}\right) = \overline{264}^2 + 7.\overline{70}^2, \quad \text{d'où} \quad X = \left(\frac{5^7-2^7}{5-2}\right) = \overline{132}^2 + 7.\overline{35}^2;$$

$$(3)\quad 4X = 4(5^7-4^7) = \overline{142}^2 + 7.\overline{180}^2, \quad \text{d'où} \quad X = (5^7-4^7) = \overline{71}^2 + 7.\overline{90}^2;$$

$$(4)\quad 4X = 4\left(\frac{5^7-3^7}{5-3}\right) = \overline{226}^2 + 7.\overline{120}^2, \quad \text{d'où} \quad X = \left(\frac{5^7-3^7}{5-3}\right) = \overline{113}^2 + 7.\overline{60}^2;$$

$$(5)\quad 4X = 4(2^{11}-1) = \overline{68}^2 + 11.\overline{18}^2, \quad \text{d'où} \quad X = (2^{11}-1) = \overline{34}^2 + 11.\overline{9}^2.$$

» (1) et (2) ne donnent lieu à aucune autre solution arithmétique, parce que les nombres $(4^7-3^7)$ et $\left(\frac{5^7-2^7}{5-2}\right)$ sont premiers l'un et l'autre.

» (3), (4) donnent lieu chacun à une deuxième solution, savoir :

$$(3')\quad 4(5^7-4^7) = \overline{306}^2 + 7.\overline{148}^2, \quad \text{d'où} \quad X = (5^7-4^7) = \overline{153}^2 + 7.\overline{74}^2;$$

$$(4')\quad 4\left(\frac{5^7-4^7}{5-3}\right) = \overline{82}^2 + 7.\overline{144}^2, \quad \text{d'où} \quad X = \left(\frac{5^7-3^7}{5-3}\right) = \overline{41}^2 + 7.\overline{72}^2.$$

» Enfin (5) donne lieu à une deuxième solution pour $4X$, savoir :

$$(5') \qquad 4(2^{11}-1)=\overline{13}^2+11.\overline{27}^2;$$

mais celle-ci n'a pas de conjuguée pour X. Ce qui fait que, dans les exemples (3) et (4), il existe une deuxième solution pour $4X$ *et* pour X, c'est que les deux facteurs premiers en lesquels X se décompose dans chaque cas sont *immédiatement* décomposables en la forme $(1, 0, p)$, et ce qui fait que, dans (5), $4X$ seul est décomposable, c'est que les deux facteurs premiers de X ne peuvent être représentés par la forme $(1, 0, 11)$ qu'après avoir été multipliés par 4 [1]. L'une ou l'autre de ces deux circonstances se présente d'ailleurs, dans tous les cas, pour *tous* les facteurs de X, puisque cette condition n'est, au fond, d'après la théorie des formes quadratiques, qu'une seconde manière d'énoncer arithmétiquement le théorème de Gauss, appliqué à la valeur numérique de X. Quant à X lui-même, pour qu'il bénéficie de l'accroissement qui survient, par cette cause, dans le nombre des représentations de $4X$, il faut, et d'ailleurs il suffit, que tous les facteurs premiers de X soient décomposables en la forme $(1, 0, p)$, sans qu'il soit nécessaire de multiplier aucun d'eux par 4 pour le rendre tel. Ainsi, dans l'exemple (3), où X et $4X$ ont une deuxième représentation conjuguée, on a

$$5^7-4^7=29.2129=(1+7.2^2)(\overline{41}^2+7.8^2),$$

tandis que, dans l'exemple (5), où $4X$ seul possède une deuxième représentation, on a

$$2^{11}-1=23.89,$$

facteurs qui doivent être préalablement multipliés par 4 pour pouvoir être représentés dans la forme $(1, 0, 11)$, savoir :

$$4.23=(9^2+11.1^2) \quad \text{et} \quad 4.89=(9^2+11.5^2).$$

» V. Ces solutions supplémentaires qui, pour des nombres allant en croissant, deviendraient rapidement de plus en plus nombreuses (leur

---

[1] Lorsque les facteurs premiers de X ne sont pas décomposables en la forme $(1, 0, p)$, ils sont au moins *toujours* diviseurs linéaires de cette forme et, par suite, décomposables en l'une des formes *équivalentes* ou associées à celle-là. Ici, par exemple, 23 et 89 sont de la forme $(1, 1, 3)$, équivalente à $(1, 0, 11)$; ainsi l'on a $89=2^2+2.5+3.5^2$.

nombre étant, en général, égal à $2^{n-1} - 1$, si $n$ est celui des facteurs premiers de X), et que l'Algèbre ne peut donner avec ses formules générales, parce qu'elles dépendent des valeurs individuelles de X, m'ont paru intéressantes à signaler, ainsi que leur origine et leur mode de génération, car il semble que quelque chose de nouveau se trouve ainsi, du moins sous le point de vue arithmétique, ajouté à une théorie justement célèbre.

» Pour plus de détails sur le nombre de ces représentations diverses, qui dépend, comme je viens de le rappeler, de celui des facteurs premiers de X, et sur la manière de les calculer, on pourra consulter, dans le tome VI des *Comptes rendus annuels de l'Association pour l'avancement des Sciences*, le résumé d'un Mémoire que j'ai publié, en 1878, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, et dont une brève analyse fut alors insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie*.

» VI. Si l'Algèbre, dans le cas de $p = 3$, donne, au lieu d'une seule, les trois solutions générales :

$$(1)\qquad 4X = Y^2 + 3Z^2 = (2x+1)^2 + 3.1^2,$$

$$(2)\qquad 4X = Y^2 + 3Z^2 = (x+2)^2 + 3x^2,$$

$$(3)\qquad 4X = Y^2 + 3Z^2 = (x-1)^2 + 3(x+1)^2$$

(SERRET, *Algèbre supérieure*, t. II, p. 553),

et semble ainsi faire une exception à la loi qui régit tous les autres cas, cela tient à ce que le facteur 4 du polynôme 4X, qu'il s'agit de représenter par la forme (1, 0, 3), est lui-même de cette forme ($4 = 1^2 + 3.1^2$), et qu'à ce titre il apporte un élément normal et permanent de multiplicité dans la solution du problème. En effet, selon la loi précitée (V) de formation des décompositions quadratiques, en une forme donnée (1, 0, $p$), d'un nombre composé de *deux* facteurs ayant cette même forme, il y a toujours, en pareil cas, deux telles décompositions, dans chacune desquelles les composants Y et Z sont premiers entre eux, c'est-à-dire deux décompositions *propres*, comme Gauss les appelle. Or il est aisé de voir que, sur les trois représentations ci-dessus, il y en a effectivement toujours deux qui satisfont à cette condition, savoir : la première (1) et l'une des deux autres, (2) si $x$ est impair, et (3) si $x$ est pair, tandis que, dans la troisième, les composants ont le facteur 2 commun. Celle-ci, qui est tantôt (3) et tantôt (2), fournit donc toujours une représentation conjuguée de X en la forme (1, 0, 3), et une seule, et les deux autres, qui n'en fournissent pas, sont dues précisément à la combinaison de cette représentation de X avec

celle du multiplicateur 4 [1], circonstance fortuite, propre à l'exposant 3, générale pour cet exposant, dont, par suite, l'Algèbre s'empare, et qui ne se présente pour aucune autre valeur de l'exposant premier $p$.

» On peut donc dire que ces deux représentations additionnelles, quoique générales, sont comme étrangères, et, si on les regarde comme telles, il n'en reste, dans le cas de $p=3$ aussi bien que dans tous les autres, qu'une seule pour $4X$, jouissant, comme celle-ci, de la double propriété d'avoir ses deux nombres composants Y et Z pairs (II) et, par suite, de fournir une représentation conjuguée de même forme pour X; ce qui donne la véritable cause de cette apparente anomalie.

» VII. Quant au cas où $p$ est de la forme $4i+1$, les mêmes motifs que ci-dessus, tirés de la forme et de la composition des polynômes Y et Z, de degrés respectifs $\frac{p-1}{2}$ et $\frac{p-3}{2}$, et dont le nombre des termes est alors impair, prouvent qu'il existe toujours une décomposition *normale* pour X, aussi bien que pour $4X$, si X provient d'une valeur paire de $x$, mais que cette décomposition normale existe pour $4X$ seulement, et non pour X, si ce dernier nombre provient d'une valeur impaire de la variable. »

MÉCANIQUE. — *Sur la théorie des bobines destinées à l'extraction des mines.* Note de M. **Haton de la Goupillière.**

« Combes a présenté la théorie des bobines d'enroulement pour l'extraction des mines, à l'aide d'une analyse ingénieuse qui peut être considérée comme l'un des meilleurs modèles de l'application du calcul à une question de Mécanique; mais les formules auxquelles il est parvenu sont d'une grande complication. Cette circonstance, à la vérité, n'offre qu'un

(1) Si $x$ est pair, les représentations conjuguées de $4X$ et de X sont, respectivement,

$$4X=(x+2)^2+3.x^2 \quad \text{et} \quad X=\left(\frac{x+2}{2}\right)^2+3.\left(\frac{x}{2}\right)^2.$$

Écrivant donc $4X=(1^2+3.1^2)\left[\left(\frac{x+2}{2}\right)^2+3.\left(\frac{x}{2}\right)^2\right]$, et appliquant la formule de décomposition à ce produit de deux facteurs quadratiques de la forme (1, 0, 3), on trouve

$$4X=(2x+1)^2+3.1^2 \quad \text{et} \quad 4X=(\overline{x-1})^2+3.(\overline{x+1})^2,$$

c'est-à-dire les deux représentations de $4X$ autres que celle employée comme point de départ.

Le cas de $x$ impair donne lieu à un calcul et à une conclusion semblables.

inconvénient secondaire en ce qui concerne l'application numérique à un cas donné, pour lequel les divers paramètres auront reçu des valeurs déterminées et définitives. Mais elle est, en revanche, de nature à rendre très pénibles les tâtonnements destinés à permettre de choisir, en connaissance de cause, entre différentes combinaisons dans l'établissement d'un projet d'appareil d'extraction.

» Il m'a semblé intéressant, pour cette raison, de discerner le sens de la variation que subissent les rayons d'enroulement lorsque chacun des paramètres vient à prendre diverses valeurs. Cette appréciation, assez facile pour quelques-uns d'entre eux, est beaucoup plus complexe et plus dissimulée pour d'autres. C'est sans doute pour ce motif qu'elle n'a pas encore, à ma connaissance, été mise en évidence. J'ai réussi à le faire, à l'aide d'un choix convenable de variable auxiliaire. Les résultats deviennent alors très nets, et j'espère qu'ils pourront être de quelque utilité pour les constructeurs. »

ASTRONOMIE. — *Sur les distances moyennes des planètes dans l'état primordial du système solaire.* Extrait d'une lettre adressée à M. Hermite par M. **Hugo Gyldén.**

« Dans la séance du 31 mars de cette année, votre illustre collègue, M. Faye, a donné quelques renseignements importants sur la naissance et sur la marche d'évolution qu'il a imaginées du système solaire. Il rattache ses idées à la recherche d'une question mathématique, à savoir à déterminer le mouvement d'un corps soumis à l'action d'une force centrale dont la forme analytique est la suivante [1] :

$$\frac{A}{r^2} + Br,$$

$r$ étant le rayon vecteur, et A et B des fonctious du temps, supposées connues. Cette forme s'accorde, si $A = 0$, à l'hypothèse que toute la matière de notre système solaire a été disséminée, à l'origine, dans l'intérieur d'une sphère. A mesure qu'un corps prépondérant se produit au centre, la fonction A doit acquérir des valeurs très lentement croissantes, tandis que la fonction B s'approche de zéro.

---

[1] M. Faye fait remarquer à l'Académie que, dans sa Note du 22 mars 1880 sur le même sujet (t. XC des *Comptes rendus,* p. 640), il n'a pas manqué de signaler le beau Mémoire où M. Gyldén a traité analytiquement de cette loi d'attraction déjà examinée par Legendre à un tout autre point de vue.

» Dans la Note de M. Faye, cette question très intéressante ne se trouve pas traitée; vous me permettrez donc de vous communiquer un résultat qui me paraît mériter l'attention, en raison de sa connexion avec les idées cosmologiques.

» Il faut d'abord établir une hypothèse admissible sur les fonctions A et B. Supposons, pour fixer les idées, les fonctions telles que la somme de la première et de la deuxième multipliée par un facteur invariable soit constante, ce qui convient à l'hypothèse que la masse totale du système est toujours constante. Désignons par R le rayon de la sphère primordiale et par $k^2$ l'intensité de la force, les unités des masses, des distances et du temps étant celles qu'on adopte ordinairement : en posant

$$A = k^2 M_1, \quad B = k^2 M_2,$$

$M_1$ désignerait la masse concentrée au centre, tandis que la densité de la matière serait proportionnelle à $M_2$.

» La masse totale du système, selon notre hypothèse, étant constante, nous en supposons la densité moyenne proportionnelle à M, de sorte que nous aurons

$$M_1 + M_2 R^3 = MR^3.$$

» L'hypothèse la plus simple et en même temps la plus naturelle est de se figurer l'accroissement de $M_1$ proportionnel à la densité $M_2$ : or, en désignant par $xR^3$ un coefficient constant, on aura une équation de la forme suivante :

$$\frac{dM_1}{dt} = xM_2R^3,$$

ou bien, en considérant la relation ci-dessus,

$$\frac{dM_1}{dt} + xM_1 = xMR^3.$$

» En intégrant et en désignant par $MR^3$ la constante arbitraire, on aura

$$M_1 = MR^3(1 - e^{-xt}),$$

d'où l'on voit que la constante est déterminée de manière que $M_1$, et par conséquent aussi A, soient zéro à l'état initial.

» Concevons maintenant les équations

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \left(\frac{A}{r^3} + \mu_2 - \frac{A}{R^3}\right)x = 0,$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \left(\frac{A}{r^3} + \mu_2 - \frac{A}{R^3}\right)y = 0,$$

où j'ai mis, pour abréger, $\mu_2$ au lieu de $k^2$M. Il est aisé de voir qu'on peut omettre la troisième équation parce que la force est unique et centrale, d'où il résulte que l'orbite est une courbe plane et que $x$ et $y$ sont les coordonnées rectilignes du mobile dans le plan de la trajectoire.

» Cela étant, nous remarquons que, dans notre problème, l'intégrale des aires existe, de sorte que nous aurons

$$x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt} = \sqrt{c},$$

$\sqrt{c}$ désignant la constante d'intégration.

» Supposons que l'orbite soit une courbe toujours enfermée dans une certaine portion du plan, et désignons-en le plus grand et le plus petit rayon vecteur par $r_2$ et par $r_1$ ; nous aurons l'expression générale de $c$ que voici :

$$c = \frac{2\mathrm{A}\,r_1 r_2}{r_1 + r_2} + \left(\mu_2 - \frac{\mathrm{A}}{\mathrm{R}^3}\right)(r_1 r_2)^2 \quad (^1).$$

» Maintenant désignons par $a$ et par $e$ le demi-grand axe et l'excentricité de l'ellipse primitive correspondant au cas où $\mathrm{A} = 0$; puis par $\mathrm{a}$ et par $y$ les mêmes éléments de l'ellipse correspondant au cas final où $\mathrm{A} = \mu_2 \mathrm{R}^3$; il résulte de l'équation précédente :

» 1° Dans le premier cas,

$$c = \mu_2 a^4(1 - e^2);$$

» 2° Dans le second cas,

$$c = \mu_2 \mathrm{a}\,\mathrm{R}^3(1 - y^2);$$

mais, $c$ étant une constante absolue, on obtiendra l'égalité suivante :

$$\mathrm{a}\,\mathrm{R}^3(1 - y^2) = a^4(1 - e^2),$$

d'où il résulte

$$\mathrm{a} = a\left(\frac{a}{\mathrm{R}}\right)^3 \frac{1 - e^2}{1 - y^2},$$

ou bien, si les excentricités sont ou très petites ou égales,

$$\mathrm{a} = a\left(\frac{a}{\mathrm{R}}\right)^3. \quad (2)$$

(1) Voir mon Mémoire : *Ueber die Bahn eines materiellen Punctes*, etc. Stockholm, 1879.

» En supposant le mobile continûment enfermé dans la sphère nébuleuse, d'où il suivrait que le rapport $\frac{a}{R}$ reste toujours inférieur à l'unité, on conclut, au moyen de la formule (2), que les distances moyennes des planètes au centre de gravité ont été plus grandes à l'origine qu'elles ne le sont aujourd'hui.

» En calculant les valeurs de $a$ des différentes planètes correspondant aux valeurs actuelles de a, on a trouvé les nombres suivants :

| | $a$. |
|---|---|
| Mercure | 0,443 |
| Vénus | 0,519 |
| Terre | 0,562 |
| Mars | 0,625 |
| Jupiter | 0,850 |
| Saturne | 0,988 |
| Uranus | 1,177 |
| Neptune | 1,322 |

dans lesquelles on a pris pour unité une distance dix fois plus grande que le rayon moyen de l'orbite terrestre, et omis un facteur commun dépendant de R.

» Les distances relatives entre les différentes planètes ayant été considérablement plus petites qu'elles ne le sont à présent, nous sommes amené à supposer la matière de ces corps, dans l'état primordial, disséminée dans un anneau mince, dont la largeur n'a pas surpassé de beaucoup le nombre

$$0,22.$$

» Le résultat signalé par l'équation (2) s'obtient aussi bien au moyen de l'intégration complète des équations (1). Je me permettrai de revenir sur cette question. »

THERMODYNAMIQUE. — *Exposé d'un moyen de déterminer la température des parties du Soleil inférieures à la photosphère.* Note de M. **Hirn**, présentée par M. Faye.

« Les procédés divers à l'aide desquels on a essayé jusqu'ici de déterminer la température du Soleil, si divergents que soient les résultats numériques auxquels ils ont conduit, n'ont pu faire connaître que celle de la périphérie ou du moins d'une faible profondeur de la photosphère,

puisque c'est uniquement sur la lumière et la chaleur émanant de là qu'on a pu faire les expériences.

» Je dis : si divergents que soient.... On sait en effet que, tandis que quelques savants ont assez récemment cherché à établir que la température solaire dépasse à peine 1500°, d'autres, le P. Secchi en tête, admettaient au contraire que cette température atteint plus de 10 000 000°. En y regardant de près, on reconnaît aisément que c'est bien plutôt le mode de discussion que le mode d'expérimentation lui-même qui conduit aux divergences, et je pense qu'une discussion convenable permet d'affirmer que, si, d'une part, le chiffre de 1500° est au moins dix ou quinze fois trop faible, le chiffre de 10000000° est, de son côté, considérablement trop élevé. J'ai combiné un appareil qui permettra, je l'espère, de déterminer tout au moins la limite inférieure de température admissible, et qui m'aurait probablement déjà conduit à des résultats utiles, si un empêchement, des plus pénibles pour moi, n'était venu entraver mes travaux.

» Quoi qu'il en soit de la limite inférieure de la température de la surface de la photosphère, celle de la limite supérieure peut être fixée, du moins grossièrement. De ce fait même que la lumière et la chaleur émanent de particules solides en état continu de précipitation dans un gaz incandescent, il résulte clairement que c'est, en définitive, la température de liquéfaction et de volatilisation de ces corps qui constitue aussi la limite de la température la plus élevée admissible pour la périphérie. Et si nous partons de nos connaissances sur les points de fusion, du moins probables, des matières les plus réfractaires connues et des combinaisons chimiques les plus stables, nous pouvons regarder comme certain qu'à 50 000° ou à 100 000° toutes les combinaisons chimiques seraient rompues et tous les corps solides seraient réduits en vapeur. Dans ces conditions, ce que nous appelons la photosphère n'existerait plus et l'aspect du Soleil, probablement même son éclat, seraient complètement modifiés.

» Comme dans la théorie du Soleil, si solidement établie par M. Faye, on admet que ces parties solides, d'où rayonnent la lumière et la chaleur solaire, à mesure qu'elles se précipitent vers les régions inférieures, se liquéfient et se volatilisent de nouveau, il faut nécessairement que les couches gazeuses sous-jacentes de la photosphère se trouvent à une température bien supérieure à celle de la périphérie de l'astre. Tout le monde comprend dès lors l'importance que présenterait pour la théorie générale du Soleil l'existence d'un moyen tolérablement exact de déterminer cette

température. Or ce moyen, je le crois, est à notre portée et peut dès aujourd'hui conduire à des résultats numériques, sans doute encore purement approximatifs, je dirai même *grossiers*, mais corrects en principe.

» Parmi les phénomènes si variés et si nombreux, de l'étude desquels s'est enrichie la connaissance physique du Soleil, les moins frappants et les moins curieux certainement ne sont pas ces immenses gerbes de gaz que, pendant les éclipses du Soleil, on a vues s'élancer avec une rapidité incroyable à des hauteurs colossales. Tous les astronomes, sans exception, je crois, les ont considérées comme de véritables éruptions. Bien que, d'après nos idées sur la constitution du Soleil, il ne puisse exister sous la photosphère ni réservoir solide où pourraient s'accumuler des gaz comprimés, ni orifices solides (cratères) par où pourraient, à un moment donné, s'échapper ces gaz, bien que le mécanisme précis suivant lequel se produisent ces gerbes de gaz soit encore inconnu [1], il n'en est pas moins certain que l'on se trouve ici en présence d'un phénomène de détente d'un fluide élastique, qui, porté à une température excessivement élevée, passe, en s'élevant de la surface apparente du Soleil, d'une pression très considérable à une autre très faible. En un mot, et je le répète, bien qu'il n'y ait ici ni réservoir solide ni orifice limité en jeu, il n'en est pas moins certain que nous pouvons assimiler le phénomène des gerbes incandescentes observées sur le Soleil à celui qui a lieu quand un gaz comprimé sous une pression constante (ou variable, peu importe) se précipite dans un espace où la pression est beaucoup moindre ou nulle.

» Supposons cette vitesse connue, et voyons comment elle peut nous aider à connaître la température initiale à laquelle se trouve le gaz.

» On admettait autrefois en Hydrodynamique que l'écoulement des gaz sous pression constante se fait exactement suivant la même loi que l'écoulement des liquides, et l'on écrivait, en conséquence,

$$V = \sqrt{2g\frac{H}{\delta}},$$

$g$ étant ici la gravité, $\delta$ la densité du gaz et H la différence des pressions entre le réservoir où le gaz est comprimé et celui où il se jette. La Ther-

(1) M. Faye considère ces émissions ascendantes comme le résultat d'une circulation verticale de l'hydrogène de la chromosphère dont le moteur est le tourbillon descendant de chaque tache ou pore de la photosphère. Cette théorie de la circulation de l'hydrogène solaire ne change rien aux vues exposées ici par l'auteur. (*Note de M. Faye.*)

modynamique, qui est venue modifier si profondément l'expression de la plupart des lois admises autrefois, quant aux fluides élastiques, a changé complètement aussi la forme de l'équation précédente, et dès 1856, Thomson et Joule, d'une part, et Wiesbach, d'autre part, ont démontré qu'on a en réalité

$$V = \sqrt{2g\mathcal{E}c_p T\left[1 - \left(\frac{p}{P}\right)^{\frac{c_p - c_v}{c_p}}\right]},$$

$\mathcal{E}$ étant ici la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur, $c_v$ et $c_p$ désignant la capacité calorifique à volume constant et celle à pression constante, T étant la température absolue initiale du gaz, et, enfin, P et $p$ les pressions avant et après l'écoulement. J'ajoute formellement que cette équation ne s'applique qu'au cas où le gaz ne reçoit ni ne perd de chaleur pendant son écoulement. M. Zeuner a démontré avec sa clarté habituelle l'exactitude de cette équation dans son Ouvrage de Thermodynamique [1]. Dans une suite d'expériences que j'ai faites récemment, et que j'espère pouvoir publier bientôt, j'ai vérifié de mon côté l'exactitude rigoureuse de l'équation ci-dessus.

» L'application de cette équation à la recherche de la température solaire ne présente aucune difficulté. Nous ne connaissons, il est vrai, ni P ni $p$, mais cette dernière pression est, en tout cas, très faible, puisque les gerbes de gaz dont nous parlons s'élèvent très souvent considérablement au-dessus de la chromosphère elle-même et arrivent, par conséquent, dans un espace où la résistance peut être considérée comme absolument nulle. Le rapport $\frac{p}{P}$ peut donc, sans aucune crainte d'erreur, être négligé, et l'équation de la vitesse devient ainsi très simplement

$$V = \sqrt{2g\mathcal{E}c_p T}.$$

» Si donc nous supposons connues la nature du gaz projeté et sa vitesse de projection, cette équation nous permet de calculer immédiatement la valeur de T. En résolvant par rapport à T, nous avons, en effet,

$$T = \frac{V^2}{2g\mathcal{E}c_p}.$$

» On voit combien il importerait de connaître avec précision, pour un

---

(1) Voyez la traduction de l'Ouvrage de M. Zeuner par MM. Cazin et Arnthal.

certain nombre de cas, la valeur réelle de V. Nous sommes ici provisoirement obligés de nous contenter de ce qui est connu, tout au moins à peu près. En partant des observations qui ont été faites sur ces jets de gaz, nous avons deux méthodes pour déterminer leur vitesse initiale. L'une consiste à prendre pour vitesse le quotient de la hauteur à laquelle s'est élevée la gerbe, divisée par la durée de l'ascension; l'autre consiste à partir de la hauteur à laquelle s'est arrêté le jet pour calculer la vitesse que représente sur le Soleil une pareille hauteur de chute. Il est évident par soi-même que, pour le moment, ni l'une ni l'autre de ces deux méthodes ne peut conduire à des nombres réellement exacts, mais, pour ce que nous cherchons ici provisoirement, une approximation est suffisante.

» I. Lockyer, Young et d'autres observateurs ont relaté des cas où la vitesse de projection du gaz (hydrogène) atteignait jusqu'à $250000^{m}$ par seconde. Prenons comme exemple ces $250000^{m}$ par seconde et admettons qu'il s'agisse d'hydrogène. C'est le gaz dont la capacité calorifique est la plus élevée et qui par conséquent nous donnera pour T les valeurs les plus inférieures. Il vient, en partant de là,

$$T = \frac{250000^2}{19,62 . 425 . 3,41} = 2\,200\,000^{\circ}.$$

II. Le 7 septembre 1871, Young a vu un nuage d'hydrogène relié à la surface chromosphérique par trois ou quatre colonnes verticales (jets); la hauteur était de 87000000 de mètres. L'attraction à la surface du Soleil étant 27,6 fois la valeur de $g$ sur notre Terre, on a, pour la vitesse de projection qui répond à cette hauteur,

$$V = \sqrt{27,6 . 2g . 87000000} = 217000^{m}.$$

» On voit que cette vitesse est à fort peu près la même que celle que nous avons admise précédemment, et par conséquent la température qui y répond est aussi presque la même.

» Par la manière même dont nous avons procédé, il est visible que ces nombres sont des minima. En effet, la gerbe de gaz incandescents commence par traverser la chromosphère avant d'atteindre des régions que l'on peut considérer comme vides de gaz; elle y éprouve donc un retard par le fait du frottement, absolument comme sur notre Terre les gerbes de vapeur, de gaz, ..., lancées par un volcan sont ralenties par leur frottement et leur mélange avec l'air atmosphérique ambiant. Ce n'est même qu'au-dessus de la chromosphère que notre équation $V = \sqrt{27,6 . 2g . H}$

devient réellement applicable. Les nombres que nous avons admis pour V sont donc certainement trop faibles. Il en résulte que c'est bien par millions de degrés qu'il faut compter quand il s'agit de la température interne du Soleil. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1884.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

*Prix Barbier :* MM. Gosselin, Vulpian, Chatin, Richet et Charcot réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bert et Marey.

*Prix Desmazières :* MM. Duchartre, Van Tieghem, Chatin, Trécul et Cosson réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Tulasne et Pasteur.

*Prix Savigny* : MM. H. Milne-Edwards, de Quatrefages, Blanchard, de Lacaze-Duthiers et A. Milne-Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Robin et Cosson.

*Prix Thore :* MM. Blanchard, Duchartre, Van Tieghem, de Quatrefages et Chatin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Trécul et Robin.

*Grand prix des Sciences physiques* (*Etude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France*) : MM. H. Milne-Edwards, de Quatrefages, A. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers et Blanchard réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Robin et Pasteur.

*Prix Montyon* (*Médecine et Chirurgie*) : MM. Gosselin, Vulpian, Bert, Marey, Richet, Charcot, Larrey, Bouley et Robin réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et H. Milne-Edwards.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches expérimentales sur l'influence du traitement pneumatique, par courant d'air purifié, à la température ordinaire ou chauffé à 65°, sur la fermentation des jus sucrés.* Mémoire de M. P. **Calliburcès**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

« Les résultats que nous avons obtenus de l'étude expérimentale du traitement pneumatique par courant d'air non purifié et à la température ordinaire, relativement à l'influence que ce traitement pourrait exercer sur la fermentation alcoolique, résultats que nous avons eu l'honneur de communiquer précédemment à cette Académie [1], nous ont encouragé à persévérer dans nos recherches et nous ont aussi indiqué les perfectionnements qu'il fallait apporter à la méthode. Étant démontré par les deux premières expériences que l'air exerce une influence très favorable sur la fermentation alcoolique, quand on soumet le jus sucré, en état de division extrême, à une ventilation assez énergique et assez prolongée pour produire une réduction notable de la partie aqueuse du jus, nous avons pensé que le traitement pneumatique serait très efficace dans la zymotechnie; en effet, le procédé nous paraissait pouvoir réaliser un double avantage, en favorisant considérablement l'influence de l'air sur la fermentation et en augmentant la densité du jus, par conséquent, en relevant, non seulement la richesse alcoolique (en alcool provenant de la propre fermentation du jus) du liquide fermenté, mais aussi la proportion de tous les autres produits de la fermentation, ainsi que de tous les principes constituant l'extrait sec. D'un autre côté, les premiers résultats que nous avons obtenus ayant démontré qu'il fallait affranchir le procédé du défaut capital, qu'il avait, d'introduire dans le jus des germes de végétations parasitaires qui forment, en se développant, un sédiment cotonneux considérable, viciant le liquide fermenté produit, nous avons complété notre appareil primitif en y ajoutant un épurateur d'air, qui permet d'opérer le traitement pneumatique par courant d'air complètement débarrassé des corpuscules étrangers qu'il tient ordinairement en suspension. La température naturelle

[1] Séance du 19 mai 1884.

de l'air n'atteignant pas toujours le degré convenable pour l'application efficace de cet agent physique comme moyen d'évaporation, nous avons pourvu l'appareil d'un système de chauffage de l'air, à l'aide duquel nous avons pu obtenir l'élévation de la température de l'air jusqu'à 65°. Pourtant, celle du jus en traitement n'a jamais monté de plus de 3° ou 4° au-dessus de sa température initiale. Comme la direction des jets du liquide pulvérisé et celle du courant d'air étaient les mêmes dans la disposition primitive de l'appareil, il fallait rechercher si le courant d'air n'entraînait pas en dehors de l'évaporatoire une certaine quantité des particules du liquide pulvériforme. Pour résoudre cette question, nous avons pourvu l'appareil d'un condenseur spécial, consistant en un large tuyau en U, et, en opérant sur du jus de raisin noir, nous avons conduit à travers ce condenseur le courant d'air, avec ce qu'il pourrait entraîner, après sa sortie de l'évaporatoire. Cette expérience a démontré que, en effet, le courant d'air entraînait des particules des principes fixes du jus; nous avons retiré du condenseur un liquide faiblement coloré en rouge et possédant une saveur douceâtre, ce qui prouvait qu'une partie, quoique minime, de la matière colorante et du sucre du moût était entrainée par le courant d'air. Pour remédier à cet inconvénient, nous avons modifié l'appareil de telle façon, que le courant d'air eût une direction opposée à celle des jets du liquide pulvérisé. Nous avons constaté, par des essais réitérés, que cette disposition supprime complètement l'entraînement des particules du liquide pulvériforme.

» Ayant acquis, par nos deux premières expériences, la conviction que la formation du sédiment cotonneux était constante dans les liquides fermentés préparés avec du moût pneumatisé par courant d'air non purifié, nous avons procédé à l'étude expérimentale de la méthode avec l'appareil pourvu d'un épurateur d'air et en opérant, comme précédemment, par courant d'air à la température ordinaire. Nous avons traité ainsi 30$^{lit}$ de jus de raisin à grains noirs. La densité de ce jus était de 1.050; nous l'avons portée encore à 1.150 par l'évaporation pneumatique. Le liquide fermenté obtenu de ce moût, examiné treize mois après, était parfaitement limpide et ne contenait pas la moindre trace de sédiment cotonneux. Le dosage de l'alcool, fait par distillation, a donné 18,40 pour 100 d'alcool en volume. Comme notre but dans cette expérience était seulement de voir si le traitement pneumatique par courant d'air purifié donnerait des produits exempts du sédiment cotonneux, formé constamment et en si grande quantité dans les liquides fermentés préparés avec des moûts pneumatisés par courant

d'air non purifié, nous n'avons pas gardé, comme précédemment, une partie du même moût non pneumatisée pour établir une comparaison entre les deux liquides. Après avoir ainsi étudié l'influence du traitement pneumatique par courant d'air non purifié ou purifié, mais toujours à la température ordinaire, sur la fermentation alcoolique, nous avons essayé l'air purifié et chauffé à 65°, pour voir si cette nouvelle condition, qui devait favoriser considérablement l'évaporation, ne causerait pas quelque altération des principes constitutifs du jus et ne diminuerait pas la vitalité du ferment. Nous avons traité par le procédé ainsi modifié 20$^{lit}$ de jus de raisin à grains noirs. La densité naturelle de ce jus était de 1.058; nous l'avons portée par le traitement à 1.150. Cette portion du jus a été introduite dans un récipient en verre et dans un autre une quantité égale du même moût non pneumatisé. Les premières bulles d'acide carbonique ont apparu dans la première portion huit heures après l'extraction; dans la seconde, elles n'ont commencé à paraître que treize heures après que le jus avait été exprimé; le dégagement du gaz n'a cessé d'être évident dans la première que vingt et un jours après le traitement; dans la seconde il était presque nul le onzième jour. Les deux liquides, gardés dans les récipients primitifs, hermétiquement bouchés, pendant neuf mois, ont été trouvés au bout de ce temps tous les deux parfaitement limpides : seulement une mince couche de lie normale couvrait les fonds des deux récipients. Le liquide pneumatisé avait une belle couleur rouge foncé; l'autre était d'une nuance plus claire. Mais, en ajoutant au premier la quantité d'eau qui avait été soustraite par le traitement, nous obtenions la même nuance que possédait l'autre; par conséquent, la différence de couleur du liquide pneumatisé ne tenait pas à une altération de l'œnocyanine, mais elle était simplement la conséquence de la concentration. Le dosage de l'alcool, fait par distillation, du liquide pneumatisé a donné 17,30 pour 100 en volume. Ce liquide présentait au goût et à l'odorat tous les caractères d'un vin exquis et ne trahissait en aucune façon l'intervention du calorique dans sa préparation. Dix-huit mois après, nous l'avons trouvé en parfait état de conservation et ayant, de plus, acquis une qualité supérieure. Au contraire, le liquide non pneumatisé présentait encore une acidité très marquée et dégageait une forte odeur d'acide acétique; la neutralisation de l'acidité de 1000$^{cc}$ a exigé 5$^{gr}$,20 de carbonate de soude anhydre.

» Dans une prochaine Communication, si l'Académie veut bien nous le permettre, nous ferons connaître la disposition définitive que des essais réitérés nous ont conduit à donner à notre appareil d'évaporation et de

distillation pneumatiques, ainsi que les conclusions que nous nous croyons autorisé à déduire des faits que nous avons eu l'honneur de communiquer à l'Académie dans sa séance du 19 mai 1884 et dans celle d'aujourd'hui. »

Un **Anonyme** adresse un Mémoire « Sur la possibilité d'établir une communication télégraphique entre deux points, en faisant varier le potentiel électrique du globe terrestre ».

(Commissaires : MM. Becquerel, Jamin.)

M. **Duponchel** soumet au jugement de l'Académie un Travail intitulé : « Les variations périodiques des températures terrestres. Deuxième Mémoire. »

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

L'Académie a reçu, pour les divers Concours dont le terme est expiré le 1er juin 1884, outre les Ouvrages imprimés qui seront mentionnés au *Bulletin bibliographique*, les Mémoires dont les titres suivent :

CONCOURS BORDIN (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

**Anonyme** : « Déblais et remblais des systèmes continus ou discontinus ».

**Anonyme**. — Mémoire portant pour épigraphe : *Arte geometrica*.

**Anonyme**. — Mémoire portant pour épigraphe : *Ne divinam Æneida tenta*, etc.

**Anonyme**. — Mémoire portant pour épigraphe : *Majoresque cadunt altis de montibus umbræ*.

**Anonyme**. — Mémoire portant pour épigraphe : *Le calcul intégral des équations aux différences partielles est encore très éloigné*, etc.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

**Anonyme**. — Mémoire portant pour épigraphe : *Servir d'abord de jalon, puis de juge sévère à la théorie, tel est*, etc.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

**Duroy de Bruignac** : « Recherches sur les hélices propulsives ».

CONCOURS FRANCOEUR.

**Anonyme** : « Sur l'application de la théorie des déterminants aux équations ». Mémoire accompagné de divers articles publiés par l'Auteur et renfermant le développement de quelques recherches qui n'ont pas été exposées dans le Mémoire.

CONCOURS BARBIER.

MM. **L. Rivet** et **G. Bruel**. — « Étude sur la composition chimique et l'action thérapeutique des principes actifs de l'huile de foie de morue. « Des principes actifs de l'écorce d'orange amère et des orangettes. »

CONCOURS MONTYON (STATISTIQUE).

M. **Passerat**. — « Salubrité et statistique de Bourg, de 1872 à 1883. »

CONCOURS MONTYON (MÉDECINE ET CHIRURGIE).

M. **P. Bourceret**. — « Recherches sur le système vasculaire. »

M. **Lœwenberg**. — « Recherches sur la nature et le traitement de l'ozène simple. »

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une collection d'opuscules de M. *Éd. Lagout*, portant pour titre : « Tachymétrie. Prompte méthode pour enseigner les Mathématiques d'après les règles de la pédagogie moderne ».

MM. **Ch. Brongniart** et **Perrotin** adressent leurs remerciements à l'Académie pour les récompenses dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un essai de galvanomètre à mercure.*
Note de M. **J. Carpentier**.

« Dès janvier 1881, j'ai réalisé et expérimenté devant témoins un appareil semblable à celui que M. Lippmann a présenté à l'Académie dans la séance

du 19 mai 1884 et auquel j'avais donné le nom de *galvanomètre hydrostatique*.

» La construction des premiers galvanomètres Deprez et d'Arsonval rendait frappante l'intensité des actions que subissent les conducteurs traversés par des courants, quand ils sont placés dans un champ magnétique condensé. Ayant eu l'idée d'employer un conducteur liquide, je pris un de ces tubes aplatis en verre dans lesquels on renferme d'ordinaire les poudres phosphorescentes; et, après en avoir coupé une longueur de quelques centimètres, je fis souder aux deux bords deux tubes capillaires dans le prolongement l'un de l'autre et recourbés parallèlement aux génératrices du tube aplati. J'introduisis et mastiquai, dans les deux extrémités de celui-ci, deux lames de platine, laissant entre elles un petit intervalle. A l'intérieur de ce tube manométrique, je versai du mercure. Je plaçai le tube aplati verticalement entre les pôles rapprochés d'un aimant, et je mis les deux lames de platine en rapport avec les pôles d'une pile. Sous l'influence du courant vertical qui prenait naissance, il se manifestait une ascension du mercure dans l'une des branches, une dépression dans l'autre. En raison de l'écart des pôles de l'aimant, le déplacement ne fut que de $5^{mm}$ ou $6^{mm}$.

» Le principe de l'appareil se trouvait établi, mais je ne cherchai point à répandre ce modèle, estimant que l'emploi du mercure devait être un obstacle à son adoption.

» Pour augmenter la sensibilité, au lieu de rapprocher exagérément les pôles de l'aimant et de réduire ainsi la section d'un conducteur que je comptais faire traverser par d'assez forts courants, je songeai à souffler une boule sur chacune des branches du manomètre (à la même hauteur), à ne mettre de mercure dans l'appareil que jusqu'au niveau des centres de ces boules, et à compléter les remplissages des tubes, ou de l'un d'eux seulement, avec un liquide de faible densité, tel que de l'alcool coloré; à de petites dénivellations du mercure devaient correspondre alors de grandes excursions de l'extrémité de la colonne d'alcool : on avait ainsi un moyen d'amplifier l'échelle des observations. D'autres moyens analogues permettraient d'atteindre le même but.

» J'aurais pu communiquer à l'Académie des Sciences les résultats de mes expériences; quand je les fis, je me contentai de les montrer à mon entourage. Mon intention n'est pas toutefois de vouloir ici diminuer le mérite de M. Lippmann, dont j'apprécie hautement et l'intelligence et le caractère, j'ai voulu seulement faire connaître des expériences que j'avais faites et les idées qui m'avaient dirigé. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le rochage de l'or et de l'argent dans la vapeur de phosphore.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **A. Perrey**, présentée par M. Debray.

« On sait que l'argent, fondu sous le charbon ou au contact de l'air, retient des gaz inflammables ou de l'oxygène : l'absorption de l'oxygène par l'argent fondu et le rochage du métal ont été étudiés en dernier lieu par Dumas.

» En cherchant à reproduire les curieux phosphures d'argent décrits par Pelletier en 1792, nous avons été amenés à étudier l'action de la vapeur de phosphore sur l'argent, puis sur l'or. Nos expériences nous permettent de conclure qu'il se produit dans cette action des phénomènes du même ordre que les phénomènes décrits par Dumas, et en outre de montrer et de préciser l'influence qu'exerce le changement d'état physique des corps sur la statique des combinaisons chimiques.

» I. A la température de son ramollissement, l'argent absorbe rapidement l'oxygène; à une température un peu inférieure à celle de sa fusion, il absorbe rapidement aussi la vapeur de phosphore sous une tension inférieure à la pression atmosphérique. — Remarquons d'ailleurs que le phosphore augmente la fusibilité du métal.

» A une température au moins égale à celle de son ramollissement et dans un courant de gaz inerte, l'argent retient une forte proportion de l'oxygène absorbé; à une température au moins égale à celle où le métal phosphuré reste fondu, il retient une forte proportion du phosphore absorbé.

» En se solidifiant dans l'air, l'argent abandonne une partie de l'oxygène combiné; en se solidifiant dans la vapeur de phosphore, il abandonne la totalité du phosphore.

» L'argent roché dans l'oxygène ne perd le gaz qu'il a retenu qu'à une température de 300° à 400°; l'argent phosphuré, obtenu par une trempe énergique du phosphure fondu, et renfermant encore $\frac{1}{2}$ pour 100 de phosphore, perd celui-ci à une température voisine de celle de l'ébullition du mercure.

» Le rochage de l'argent dans l'oxygène fournit un bouton que Dumas a pu comparer à une île à relief volcanique; le rochage de l'argent dans la vapeur de phosphore, remarquable par sa netteté, par le foisonnement du métal, peut fournir une masse bourgeonnée, une grappe, une mousse

dont les bulles volumineuses, à parois minces comme l'argent battu, présentent une surface chagrinée et mate du plus bel aspect.

» Le rochage dans la vapeur de phosphore peut, si l'on fait varier les conditions de saturation préalable ou de refroidissement, fournir soit l'argent en grappe dont nous venons de parler, soit de l'argent filiforme, soit enfin de l'argent cristallisé. Nous avons réalisé ces trois effets différents du rochage sur une même lame d'argent chauffée, dans un tube de verre, à des températures graduellement décroissantes d'une de ses extrémités à l'autre.

» II. Comme l'argent, l'or absorbe la vapeur de phosphore à une température inférieure à celle de sa fusion, la retient à une température plus élevée, roche par le refroidissement. La rapidité du refroidissement peut soustraire une partie du phosphure à la décomposition : les échantillons de mousse d'or que nous avons obtenus étaient encore portés sur un pied de métal phosphuré, de couleur gris d'acier.

» L'or phosphuré obtenu par la trempe perd son phosphore à une température de 400° à 500°.

» III. La plupart des métaux autres que l'or et l'argent contractent avec le phosphore des combinaisons stables.

» Le plomb toutefois ne fixe qu'une très faible quantité de phosphore. Ce phosphore se dégage au moment de la solidification et provoque alors un rochage peu apparent, assez analogue au rochage de la fonte ou de l'acier dans l'hydrogène ou l'oxyde de carbone.

» IV. D'après nos expériences enfin, l'arséniure d'argent fondu, en se solidifiant, éprouve une décomposition partielle seulement, mais brusque et très nette; des solidifications répétées, alternant avec de nouvelles fusions, provoquent autant de brusques départs d'arsenic; à une température inférieure à celle de la fusion de l'alliage, l'arsenic, semblable en cela au phosphore, abandonne lentement l'argent.

Les composés formés par l'union directe de ces éléments : oxygène, vapeur de phosphore ou d'arsenic et métal fondu, se détruisent donc par abaissement de température; la décomposition est pour tous corrélative de la solidification : elle peut être incomplète, si elle est interrompue par la trempe. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du sulfure de mercure sur le sulfure de potassium.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. Debray.

« J'ai dit, dans une Note précédente, que lorsqu'on décompose sous l'action de la chaleur une solution de sulfure double de mercure et de potassium HgS, KS, on obtient des aiguilles noires, brillantes, d'un autre composé 5HgS, KS; ce dernier n'affecte pas toujours cette forme : on peut l'obtenir en belles aiguilles d'un rouge plus ou moins foncé.

» Considérons, par exemple, une liqueur limpide renfermant, pour 1000gr d'eau, 428gr de sulfure de potassium et 547gr de sulfure de mercure; cette solution, chauffée dans un tube de verre sur une lampe à gaz, commence à se troubler vers 35° et à déposer des aiguilles noires, dont la quantité augmente beaucoup à mesure que la température s'élève. Si, au lieu de chauffer le tube à feu nu, on opère au bain-marie, on obtient des aiguilles rouge-feu clair, parfois mélangées d'aiguilles noires, qui, elles, prennent naissance à la surface libre de la liqueur; ces cristaux rouges se produisent très fréquemment quand on chauffe avec précaution, et sûrement quand on ajoute à la liqueur une trace de vermillon. Dans une solution faiblement chauffée, à 35° ou 40° par exemple, et qui n'a encore donné aucun dépôt, on peut à volonté obtenir des aiguilles noires ou des aiguilles rouges en introduisant dans la liqueur une aiguille noire ou une trace de vermillon. La nuance des cristaux varie d'ailleurs de la teinte rouge-feu clair au rouge-cinabre foncé, suivant la concentration de la liqueur employée et la température à laquelle se fait l'expérience.

» Les aiguilles rouges se forment quelquefois spontanément; quand, par exemple, on abandonne dans un ballon fermé une solution de sulfure de potassium remplie d'aiguilles noires, on voit parfois, au bout d'un temps très variable d'ailleurs, celles de ces aiguilles qui sont fixées contre les parois, et non baignées par le liquide, perdre leur couleur noire et se changer en groupes étoilés d'un beau rouge qui remplacent les cristaux noirs primitifs.

» Les aiguilles rouges se conservent très bien à froid en présence de la liqueur alcaline, mais à chaud elles ne sont pas stables, et plus la solution que l'on chauffe est concentrée, plus il est difficile de lui faire déposer des cristaux rouges; il suffit de les faire bouillir quelque temps pour les changer en cristaux noirs.

» Prenons, par exemple, une dissolution concentrée de monosulfure de

potassium, et, après l'avoir saturée de vermillon à froid, ajoutons-y un excès de ce dernier et chauffons peu à peu : du vermillon se dissout de nouveau à mesure que la température s'élève, et bientôt on voit l'excès de ce sulfure resté non dissous commencer à se transformer; il se gonfle, devient quatre ou cinq fois plus volumineux, en même temps qu'il se change en aiguilles rouges toutes semblables, sauf pour la teinte, aux cristaux noirs du sulfure double 5HgS, KS. Si, quand la transformation est complète, on continue à faire bouillir la liqueur, la teinte des aiguilles se modifie, devient graduellement de plus en plus sombre, et, au bout de quelques instants, on n'a plus que des cristaux noirs.

» Quand la solution de sulfure alcalin est telle, qu'elle ne renferme à la température ordinaire qu'une très petite quantité de ce sel double HgS, KS, elle donne lieu, lorsqu'on la fait bouillir, à un phénomène plus complexe; non seulement il se produit le composé 5HgS, KS, mais celui-ci peut être partiellement décomposé dans la liqueur bouillante, avec formation de sulfure de mercure qui, dans ces circonstances, cristallise.

» Prenons, par exemple, une solution renfermant pour $100^{gr}$ d'eau $279^{gr}$ de sulfure de potassium, et filtrons-la après l'avoir saturée de vermillon en présence d'un excès de ce corps : la liqueur limpide chauffée à feu nu dépose des aiguilles noires, mais avec elles une certaine quantité de cristaux noirs tout différents; ce sont de petites lames hexagonales, ou des prismes courts groupés en amas hérissés de poutres, constitués par du sulfure de mercure; en faisant bouillir la solution quelques instants, de manière à la concentrer, ces derniers cristaux disparaissent, et il ne reste que les aiguilles noires du sulfure double 5HgS, KS.

» Cette même liqueur chauffée au bain-marie donne tantôt un dépôt noir, tantôt un dépôt rouge-cinabre, et ce dernier se produit toujours en présence d'une trace de vermillon; ce dépôt est, sauf la couleur, constitué comme le précédent. On y trouve des aiguilles rouges longues et minces de sulfure double et des lamelles rhomboïdales transparentes et rouges de sulfure de mercure; ces dernières se forment presque exclusivement dans une liqueur de concentration convenablement choisie.

» On peut donc obtenir simultanément des cristaux de sulfure double 5HgS, KS et de sulfure de mercure, et chacun de ces corps sous deux formes différentes; mais tous deux se déposent avec la même teinte; quand l'un est rouge, l'autre est rouge, ou bien ils sont simultanément noirs.

» La connaissance de l'ensemble de ces faits permet de se rendre assez aisément compte de ce qui se passe dans la fabrication industrielle du

vermillon : l'un des procédés employés consiste à faire digérer du sulfure noir de mercure précipité, ou préparé à chaud (éthiops minéral), avec une solution alcaline renfermant du sulfure ou un polysulfure de potassium. On agite de temps en temps et l'on empêche la température de dépasser 45°; au bout d'un certain temps, le dépôt commence à rougir, et, quand il a la nuance voulue, on le décante et on le lave. Il se produit une certaine quantité de sulfure double 5HgS, KS, et, comme la température de la masse n'est pas invariable, dès qu'elle s'élève un peu, une faible partie de ce sulfure double est décomposée en donnant du sulfure de mercure cristallisé et rouge, cette teinte se produisant aisément, comme nous l'avons dit, à basse température. Si la liqueur se refroidit un peu, il se forme du sulfure double aux dépens du sulfure amorphe, plus facilement attaquable, et un nouvel échauffement détermine une décomposition partielle de ce composé avec formation de nouveaux cristaux rouges; finalement, peu à peu et par suite de réactions successives, on comprend que, si petite que soit la quantité de sulfure double qui a pu prendre naissance, la transformation du sulfure amorphe en cristaux microscopiques de vermillon puisse avoir lieu complètement.

» On peut, à l'aide du sulfure de potassium, obtenir par voie humide des cristaux de cinabre plus purs que le produit préparé par voie sèche, et qui renferme toujours du mercure. Il suffit pour cela de mélanger un excès de vermillon à une solution de sulfure de potassium trop peu concentrée pour le transformer en aiguilles de sulfure double, et d'abandonner le mélange dans un vase fermé à la température de l'atmosphère; les variations de température du jour et de la nuit sont suffisantes pour donner lieu à des dissolutions et à des dépôts successifs d'une petite quantité de sulfure métallique; les cristaux, d'abord microscopiques, grossissent peu à peu et, au bout d'un temps variable avec les circonstances, le dépôt de vermillon est changé entièrement en beaux cristaux rouge cinabre très brillants, qu'on peut facilement séparer de la solution alcaline au milieu de laquelle ils se sont formés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la combinaison des chlorures d'or avec les chlorures de phosphore.* Note de M. L. LINDET, présentée par M. Debray.

« La capacité de combinaison de l'or, exactement fixée pour les sels au maximum, est moins bien connue pour les sels au minimum, par suite de la difficulté que présente la préparation de ces sels à l'état de pureté. Le

protochlorure, par exemple, auquel il semblerait naturel de recourir pour fixer cette capacité, n'est ni cristallisé, ni volatil, et ne peut être obtenu que comme produit de passage, lors de la dissociation du trichlorure d'or.

» J'ai pensé que l'on réussirait à mieux établir la composition de ce protochlorure, en l'engageant dans une combinaison double, susceptible de prendre la forme cristalline.

» Le protochlorure de phosphore, qui avait fourni à MM. Schützenberger et Fontaine de remarquables combinaisons avec le protochlorure de platine, m'a paru de nature à donner naissance à un composé du genre de celui que je cherchais à obtenir.

» Il était même à prévoir que je pourrais préparer avec le perchlorure d'or un composé analogue.

» L'expérience a confirmé cette manière de voir et j'ai pu obtenir : 1° un protochlorure d'or et de phosphore ($Au^2Cl, PhCl^3$), 2° un perchlorure d'or et de phosphore ($Au^2Cl^3, PhCl^5$).

» I. *Protochlorure d'or et de phosphore* ($Au^2Cl, PhCl^3$). — Pour préparer ce composé, je prends du protochlorure d'or, $Au^2Cl$, obtenu par la réduction du trichlorure à 185°-190°, et mélangé de protochlorure de phosphore en excès; je le chauffe à 110°-120° en tubes scellés, pendant une heure. Dans ces conditions, le protochlorure d'or se dissout dans le protochlorure de phosphore, et l'on voit se déposer, par refroidissement, un composé cristallisé en beaux prismes obliques, absolument incolores, mesurant quelquefois plusieurs centimètres de longueur, et nettement isolés les uns des autres. Recueillis rapidement, en évitant l'action de l'humidité, ces cristaux, débarrassés du protochlorure de phosphore, m'ont donné à l'analyse les nombres suivants, qui leur assignent la composition $Au^2Cl, PhCl^3$.

| | I. | II. | III. | Théorie. |
|---|---|---|---|---|
| Or............. | 53,8 | 53,6 | 53,7 | 53,2 |
| Chlore.......... | 38,5 | » | 38,8 | 38,4 |
| Phosphore....... | 7,7 | 7,8 | 7,8 | 8,4 |

» Le protochlorure double, dont je viens d'indiquer la composition, est soluble dans le protochlorure de phosphore, à la proportion de 12 pour 100 environ vers 120°, de 1 pour 100 vers 15°. Il n'est ni fusible, ni volatil. Au-dessus de 100°, il se décompose en dégageant du protochlorure de phosphore, et en laissant un résidu complexe que je n'ai pas encore analysé. Il est stable dans l'air sec. Traité par l'eau ou simplement exposé à l'humidité, il se décompose rapidement, en fournissant de l'acide

phosphoreux, et par suite de l'or métallique. Le chlore et le perchlorure de phosphore le transforment en perchlorure d'or et de phosphore.

» II. *Perchlorure d'or et de phosphore* ($Au^2Cl^3, PhCl^5$). — Ce composé peut être obtenu en soumettant le trichlorure d'or à l'action du perchlorure de phosphore, soit seul, soit en présence du protochlorure de phosphore; mais il est plus facile d'attaquer vers 120°-130°, en tubes scellés, le protochlorure d'or par une solution de perchlorure de phosphore dans le protochlorure, en ayant soin d'employer 1éq de protochlorure d'or pour 2éq de perchlorure de phosphore. Au bout de quelques heures, la réaction est terminée, et le protochlorure de phosphore se montre rempli d'un produit nouveau, de couleur jaune-citron, cristallisé en aiguilles microscopiques. Séparé du liquide qui le tient en suspension, lavé avec du protochlorure de phosphore, séché à froid et enfin analysé, ce produit m'a fourni des nombres qui correspondent à la formule $Au^2Cl^3, PhCl^5$.

| | I. | II. | III. | IV. | Théorie. |
|---|---|---|---|---|---|
| Or ....... | 39,0 | 39,2 | 38,9 | 38,4 | 38,5 |
| Chlore .... | 55,5 | 56,0 | » | » | 55,5 |
| Phosphore. | 5,8 | 5,2 | 5,6 | 5,8 | 6,0 |

» Le composé $Au^2Cl^3, PhCl^5$ est insoluble dans le protochlorure de phosphore, qui n'exerce d'ailleurs sur lui aucune action réductrice marquée; l'or au contraire, en présence du protochlorure de phosphore, le ramène à l'état de protochlorure d'or et de phosphore. Vers 120°, il se dissocie en perchlorure de phosphore et en trichlorure d'or. Traité par l'eau, il donne naissance à divers produits dont je poursuis en ce moment l'étude.

» III. Diverses réactions peuvent encore donner naissance aux deux composés que je viens de décrire. C'est ainsi qu'on peut les produire simultanément quand on traite vers 120° le trichlorure d'or par le protochlorure de phosphore. C'est ainsi enfin qu'on les obtient en traitant l'or par le perchlorure de phosphore, dissous dans le protochlorure, et dans ce dernier cas on peut, en variant les quantités relatives d'or et de perchlorure de phosphore, obtenir soit le protochlorure double seul, $Au^2Cl, PhCl^3$, soit, seul aussi, le perchlorure double $Au^2Cl^3, PhCl^5$.

» Je poursuis l'étude des composés analogues qui se forment avec les bromures et iodures, ainsi que celle de l'action des autres chlorures acides sur les chlorures d'or [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Aimé Girard, au Conservatoire des Arts et Métiers.

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux du* Parmophorus australis (*Scutus*). Note de M. **Boutan**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les quelques échantillons de Parmophores qui ont servi à ces recherches ont été recueillis dans la baie de Port-Jackson, près de Sydney, pendant un voyage que j'ai fait en Australie. On trouve ce Gastéropode à une faible profondeur, variant de $0^m,50$ à $1^m$, sous les pierres, où il semble chercher un abri contre la lumière.

» Système nerveux. — A. *Centre céphalique.* — En ouvrant l'animal par la face dorsale, on trouve sur la masse linguale, au-dessus du tube digestif, un cordon nerveux qui s'élargit considérablement vers ses deux extrémités pour former les deux ganglions sus-œsophagiens.

» A partir du milieu de ce large cordon, nous trouvons successivement :

» 1° Trois nerfs qui se dirigent vers la partie antérieure du corps; 2° le nerf tentaculaire; 3° le nerf oculaire; 4° le connectif, qui unit les ganglions sus-œsophagiens aux ganglions stomato-gastriques; 5° les deux connectifs qui unissent les centres pédieux et viscéraux aux ganglions sus-œsophagiens.

» B. *Stomatogastrique* — Il est constitué par deux ganglions aplatis, réunis par une courte commissure, situés au-dessous du tube digestif, au niveau du bulbe radulaire, vers sa partie moyenne.

» De chacun des ganglions se détachent :

» 1° Une paire de nerfs qui innervent la gaine de la radula; 2° le connectif d'où partent trois nerfs qui se répandent sur le tube digestif et plusieurs filets plus grêles qui innervent le bulbe radulaire.

» C. *Centres pédieux et viscéraux.* — Les deux connectifs que nous avons signalés comme se détachant des ganglions sus-œsophagiens diminuent parallèlement et viennent aboutir à une masse nerveuse, volumineuse, située au-dessous du tube digestif.

» Elle est formée par la réunion des ganglions pédieux et d'une partie des ganglions viscéraux.

» La distinction des deux autres est facile à faire en étudiant la masse ganglionnaire de profil ou par sa face inférieure : on voit alors que les centres viscéraux sont situés dans un plan supérieur à celui des ganglions pédieux.

» *a. Centre pédieux.* — Les nerfs suivants se détachent des centres pédieux.

» 1° A la face antérieure, deux nerfs qui se répandent dans la portion correspondante du pied et qui portent à leur partie supérieure les deux vésicules auditives;

» 2° Latéralement, les deux connectifs qui unissent les ganglions pédieux aux ganglions sus-œsophagiens;

» 3° Inférieurement, deux nerfs très volumineux qui cheminent parallèlement, contractent de nombreuses anastomoses en forme d'échelle (commissures) et émettent de chaque côté un grand nombre de filets qui se répandent au milieu des tissus propres du pied.

» *b. Centre viscéral.* — Les nerfs qui se détachent des ganglions viscéraux accolés aux ganglions pédieux sont les suivants :

» 1° Les deux connectifs qui unissent les ganglions viscéraux aux ganglions sus-œsophagiens;

» 2° Au-dessous des connectifs, deux nerfs qui vont se distribuer dans la partie antérieure du manteau et de la collerette.

3° Deux gros nerfs, qui se détachent chacun d'un renflement pyriforme, remontent obliquement vers la partie supérieure du corps : celui de droite cheminant vers la gauche, celui de gauche vers la droite. Ils se croisent bientôt et vont aboutir : celui de droite, à un ganglion situé au tiers supérieur de la branchie de gauche; celui de gauche, à un ganglion situé au tiers supérieur de la branchie de droite.

» Avant de former ces deux ganglions branchiaux, chacun d'eux émet deux nerfs. Le premier descend vers la collerette, s'incurve et longe le bord inférieur et intérieur du manteau, le second se réunit à son symétrique au-dessus du cœur et forme un ganglion allongé d'où partent plusieurs filets grêles qui innervent le ventricule, les oreillettes et la base de la branchie.

» 4° Au-dessous des deux gros nerfs, que nous venons de décrire, se détachent de la masse nerveuse déjà signalée, au-dessous du tube digestif, deux nerfs très volumineux qui cheminent parallèlement aux deux grands nerfs pédieux inférieurs, s'accolent à ceux-ci, dans une partie de leur parcours, par leur face inférieure.

» De ces deux grands nerfs, partent de longs filets qui, sans se ramifier, remontent de chaque côté du pied et vont innerver le manteau de la collerette.

» *Conclusion.* — 1° En se reportant au Mémoire publié, dans les *Annales*

*des Sciences naturelles*, par M. de Lacaze-Duthiers, sur le système nerveux de l'Haliotis, il est facile de constater que le système nerveux que je viens de décrire rapidement est semblable, dans tous ses grands traits, au système nerveux de l'Haliotis.

» 2° La rangée des papilles située entre le pied et le premier repli du manteau est l'homologue du bord festonné de la collerette de l'Haliotis.

» Cette rangée de papilles fait partie du manteau et ne peut être rapportée au pied, comme l'a démontré dans son Mémoire M. de Lacaze-Duthiers.

» L'étude du système nerveux du Parmophore, chez lequel les centres nerveux sont mieux dissociés que ceux de l'Haliotis, ne peut laisser aucun doute à cet égard. »

ZOOLOGIE. — *Contributions à l'histoire naturelle des Haliotides.* Note de M. **H. Wegmann**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'année dernière, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note *Sur les cordons nerveux du pied dans les Haliotides.* Aujourd'hui je suis à même de donner un abrégé d'un travail plus complet sur toute l'organisation de cet animal.

» Son tube digestif commence par une courte trompe, toujours exserte, conduisant dans une cavité buccale qui loge un appareil masticateur très compliqué. Deux paires de cartilages, une grande supérieure et une petite inférieure, servent de supports aux nombreux muscles du bulbe et à la radula. Les parois de la cavité buccale présentent une première paire de jabots latéraux. La partie supérieure de l'œsophage en a une seconde, bien plus grande que la première et hérissée à l'intérieur de petites papilles fort curieuses. A l'entrée de l'œsophage, en haut, sont placées deux valvules, une dorsale et une ventrale, qui empêchent tout retour des aliments dans la bouche. L'estomac est un grand sac allongé; son épithélium à l'intérieur forme de nombreux bourrelets qui courent d'une extrémité à l'autre et lui donnent un aspect frisé. Des valvules pyloriques le séparent de l'intestin. Entre ce dernier et l'estomac, on voit, à droite, un cœcum spiralé qui forme le petit tortillon de l'abdomen. L'intestin est très long et présente plusieurs circonvolutions. Le rectum traverse le cœur et s'ouvre au fond de la chambre respiratoire. Une paire de glandes salivaires et un foie énorme sont les annexes du tube digestif; la bile s'écoule à droite dans l'estomac, à gauche dans l'intestin.

» La respiration est effectuée par une paire de branchies pectinées, logées dans une chambre que forme le manteau. Une branchie se compose d'un support branchial dans lequel sont creusés les vaisseaux afférent et efférent et qui porte par paires les feuilles branchiales. Au fond de la chambre respiratoire les deux artères branchiales communiquent par un large sinus. Les lamelles sont fortifiées par un stylet cartilagineux qui loge en même temps la veine du feuillet. Les deux branchies développées sont accompagnées par deux rudiments branchiaux.

» Le cœur a deux oreillettes et le ventricule chasse le sang par ses deux extrémités : en haut, dans l'artère palléale, en bas dans un court tronc aortique commun qui se divise en aorte viscérale et en aorte céphalique. Celle-ci forme un grand sinus autour du bulbe buccal et loge la radula dans son intérieur. De ce sinus naissent les vaisseaux du pied. Pour retourner au cœur le sang doit passer en majeure partie par le rein droit. Il y arrive par des sinus veineux de la cavité abdominale, et par une veine-porte de la glande génitale et du foie. Les veines efférentes forment un sinus, d'où naissent les artères des branchies. Le sang qui vient des lobes du manteau ne respire pas, mais tombe directement dans les veines branchiales et est ramené au cœur avec le sang hématosé. De la face inférieure du sinus branchial naît une petite veine-porte pour l'organe de Bojanus gauche. Deux vaisseaux efférents ramassent le sang et le portent directement dans les oreillettes.

» L'Haliotide a deux organes de Bojanus situés à droite et à gauche symétriquement par rapport au péricarde. Le premier, très grand, allongé, est une glande spongieuse d'une extrême richesse de vaisseaux et qui s'ouvre dans le fond de la chambre branchiale à droite du rectum. Elle ne communique nullement avec la cavité du péricarde. Le rein gauche a la forme d'un petit sac ovale avec deux orifices : l'un est le pore excréteur et donne également dans la cavité respiratoire à gauche de l'anus; par l'autre, il communique avec la cavité péricardique. Les deux reins de l'Haliotide présentent des analogies très grandes avec le sac bojanien double des Acéphales.

» Dans la chambre respiratoire on trouve, à gauche, une glande muqueuse fort volumineuse. Sa situation, sa structure et sa texture, le mode de sécrétion prouvent que c'est le même organe que la glande à pourpre de certains Gastéropodes.

» Les sexes sont séparés; l'appareil génital consiste dans la seule glande mâle ou femelle qui verse ses produits dans la cavité de l'organe de Boja-

nus droit, d'où ils sont expulsés par son pore excréteur. Absence complète d'organes copulateurs; la fécondation est vague, les œufs se dispersent et ne sont pas réunis en ponte.

» Dans cette organisation, il y a beaucoup de rapports avec les Acéphales; en voici les principaux :

» 1° Il existe un cœcum entre l'estomac et l'intestin.

» 2° Le tube digestif est cilié dans sa plus grande partie.

» 3° Les rapports du foie avec les tubes digestifs sont les mêmes que chez les Lamellibranches.

» 4° Une série d'organes sont pairs, au lieu d'être impairs; tels sont le rein, l'oreillette, la branchie.

» 5° Les deux branchies rudimentaires complètent avec les deux développées les quatre des Acéphales.

» 6° Le ventricule cardiaque est traversé par le rectum.

» 7° Deux voies artérielles naissent du cœur par ses deux extrémités.

» 8° La circulation veineuse est, dans les traits fondamentaux, celle des Acéphales. D'une très grande valeur surtout est la position du rein droit entre les branchies et l'économie.

» 9° La structure et les rapports des reins sont essentiellement les mêmes dans les deux cas.

» 10° Simplicité très remarquable de l'appareil génital; absence complète de glandes accessoires et d'organes copulateurs; rapport singulier avec le rein droit, comme dans beaucoup d'Acéphales. »

BOTANIQUE. — *Sur une Algue Phéosporée d'eau douce.* Note de M. **Ch. Flahault**, présentée par M. Duchartre.

« Considérées au point de vue de leur répartition dans les eaux douces et dans les eaux salées, les quatre grandes divisions entre lesquelles on distribue généralement les Algues se comportent assez diversement. Les Algues bleues (Cyanophycées) et les Algues vertes (Chlorophycées) sont également communes dans la mer et dans l'eau douce; les Algues rouges (Rhodophycées) sont surtout marines et n'ont qu'un nombre restreint de représentants dans nos ruisseaux et nos rivières. Quant aux Algues brunes (Mélanophycées), elles sont si rares hors de la mer qu'on en citerait à peine trois ou quatre qui aient été trouvées dans des eaux franchement douces. En outre, ces espèces sont si imparfaitement connues qu'on a pu mettre en doute l'exactitude de leur attribution au groupe des Mélanophycées.

» Il était donc intéressant de suivre une de ces plantes de manière à en observer les particularités caractéristiques et de décider, une fois au moins, ce point controversé de la distribution des Algues brunes. Il fallait principalement déterminer la structure des zoospores, reconnaître la position et la direction des cils locomoteurs, qui, on le sait, ne sont pas les mêmes dans les Zoosporées vertes et dans les Zoosporées brunes.

» Une nouvelle espèce de *Lithoderma* (*L. fontanum*, Nob.) que j'ai découverte dans les sources du Lez, près de Montpellier, m'a fourni les matériaux d'étude. Le genre *Lithoderma*, établi en 1875 par M. Areschoug, est extrêmement voisin du genre *Ralfsia*, qui est purement marin. La structure du thalle est semblable dans les deux genres; la fructification seule diffère. Dans le *Ralfsia*, les zoosporanges sont plongés dans un tissu particulier; ils sont nus et superficiels dans le *Lithoderma*. Tous les autres caractères sont communs.

» Le thalle du *Lithoderma fontanum* est étroitement adhérent au substratum sur lequel il s'étale en plaques minces d'un brun noir, orbiculaires, à contours lobés. Il est plus épais au centre qu'à la circonférence où la disposition des cellules en séries rayonnantes rappelle les *Melobesia* et les *Coleochæte*. A quelque distance de la marge, les cellules primaires se divisent horizontalement et produisent des files régulièrement superposées de cinq à vingt cellules filles. Ce sont les cellules terminales (superficielles) de ces files qui se changent en sporanges. Ceux-ci sont surtout abondants pendant les premiers mois de l'année. Ils ne forment pas une couche uniforme, mais des groupes irréguliers. Ils sont obovales et contiennent de douze à seize zoospores.

Comme celles des Zoosporées brunes (Phéosporées), si bien connues par les figures qu'en a données Thuret, ces zoospores sont ovoïdes inéquilatères, munies d'un point rouge et portent deux cils inégaux, insérés sur le côté concave de la zoospore, et dirigés, l'un en avant (le plus long), l'autre en arrière. Les zoospores se meuvent pendant trois heures environ, puis germent immédiatement après s'être arrêtées, sans que j'aie pu constater aucune trace d'union préalable. Un prolongement cylindrique cloisonné se forme, dont la longueur égale, en cinq à six jours, trois ou quatre fois le diamètre de la spore. Alors l'allongement s'arrête : les cellules terminales s'élargissent et se divisent par des cloisons verticales obliques, divergentes en avant. Il se produit ainsi une sorte d'épatement dans lequel on reconnaît les débuts de la formation du thalle.

» J'ajouterai, en terminant, que le pigment du *Lithoderma fontanum* pré-

sente tous les caractères de celui des Phéosporées, qu'il est disposé de même et que les cellules ne contiennent pas d'amidon, ce qui est encore une particularité des Phéosporées. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau genre de fossiles végétaux.* Note de MM. **B. Renault** et **R. Zeiller**, présentée par M. Daubrée.

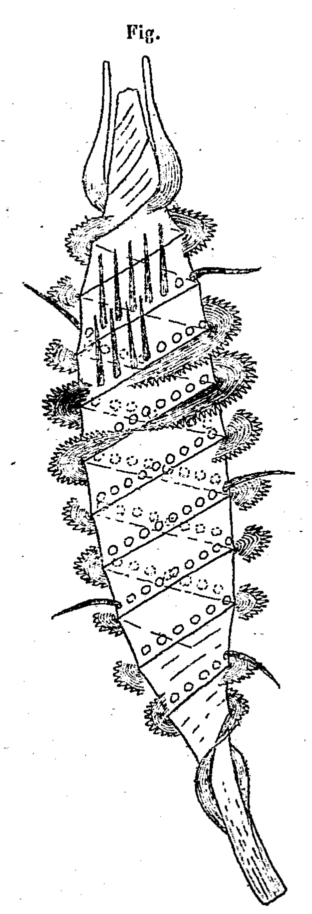
« Nous devons à l'obligeance de M. Fayol, directeur des houillères de Commentry, une importante série d'empreintes végétales recueillies dans ces houillères, qui constituent un type nouveau et qu'il nous a paru intéressant de faire connaître, bien que nous ne puissions jusqu'à présent faire que des hypothèses sur leur interprétation.

» Elles présentent des corps de forme générale ovoïde lancéolée, longs de $0^m,08$ à $0^m,12$ en moyenne, larges de $0^m,015$ à $0^m,020$ vers leur milieu, effilés en pointe à une extrémité et offrant à l'autre un fragment plus ou moins complet d'un pédoncule sur lequel ils étaient portés. Ils ressemblent à première vue à des strobiles de pin et paraissent composés d'écailles rhomboïdales décussées; mais un examen plus attentif montre qu'ils sont en réalité constitués par deux valves opposées, soudées l'une à l'autre par leurs bords et tournant en hélice autour d'un axe idéal : les sutures de ces valves forment deux carènes hélicoïdales légèrement saillantes, dont chacune fait, depuis la base jusqu'au sommet, 6 à 7 tours de spire. Par suite de l'aplatissement, et les valves ayant été, à ce qu'il semble, d'une minceur extrême, le relief de la face postérieure de l'organe s'est superposé en quelque sorte au relief de la face antérieure, de manière que, sur beaucoup d'échantillons, on voit presque aussi nettement les demi-tours de spire postérieurs, en creux, que les demi-tours antérieurs, en saillie. Il en résulte, entre les empreintes des deux carènes hélicoïdales, un entrecroisement qui dessine à la surface de ces corps une série de compartiments rhomboïdaux simulant des écailles, comme l'indique le croquis ci-après (*fig.* 1), sur lequel nous avons réuni tout ce que nous avons pu observer de plus net sur les divers échantillons.

» On voit, un peu au-dessus de chacune des carènes et parallèlement à elle, une file de petites cicatrices rondes, de $0^m,001$ environ de diamètre, espacées de $0^m,002$ de centre en centre; ces cicatrices ne se montrent ni jusqu'au sommet, ni tout à fait à la base : elles n'occupent, en général, que cinq des tours de la spire. Sur quelques empreintes on aperçoit des

traces d'épines, longues à peu près de $0^m,01$, qui paraissent s'attacher à ces cicatrices et sont très finement striées suivant leur longueur.

Fig.



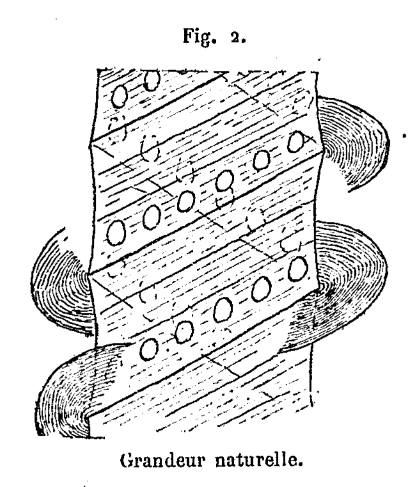
Grandeur naturelle.

» Enfin sur presque tous les échantillons on distingue des fragments, souvent considérables, d'une collerette hélicoïdale, large de $0^m,005$, à bord finement frangé et comme gaufré, qui était attachée sur chacune des carènes, mais devenait libre au voisinage du sommet et se terminait en une pointe rétrécie, dressée parallèlement à l'axe. Cette collerette est marquée de stries très fines, parallèles à ses bords, qui semblent produites par la disposition des cellules épidermiques en files parallèles régulières. Les valves elles-mêmes présentent, du reste, des stries semblables, et, en traitant par les réactifs oxydants des fragments de la lame charbonneuse excessivement mince qui y est encore adhérente, on y distingue des cellules

épidermiques allongées. Outre ces stries, les valves présentent, sur certains échantillons, des lignes plus accentuées, courant parallèlement aux carènes.

» Ces sortes de nervures parallèles sont plus visibles encore sur d'autres échantillons, moins nombreux, qui doivent représenter une autre forme spécifique du même type, différant de la précédente par ses dimensions beaucoup plus grandes, par ses cicatrices elliptiques plutôt que rondes et par sa collerette à bord entier (*fig*. 2).

Fig. 2.



Grandeur naturelle.

» Nous proposons de désigner ces corps par le nom générique de *Fayolia*; nous appellerons la première des deux espèces *Fayolia dentata* (*fig*. 1), et la seconde *Fayolia grandis* (*fig*. 2).

» Maintenant à quoi peut-on attribuer ce nouveau genre? Il offre, au point de vue de la constitution, une affinité marquée avec le genre encore problématique *Palæoxyris*, Brongt. (*Spirangium*, Schimper), qui présente six valves hélicoïdales soudées entre elles par leurs bords, dont l'aplatissement donne naissance aux mêmes apparences, simulant des écailles rhomboïdales. De plus, les carènes hélicoïdales correspondant aux sutures de ces valves sont, dans les *Palæoxyris* comme dans les *Fayolia*, ornées sur tout leur pourtour d'une collerette, mais à bord entier, que M. Nathorst a signalée le premier (¹), mais en l'interprétant, croyons-nous, inexactement, et dont nous avons constaté nettement l'existence sur des échantillons de

(¹) A.-G. Nathorst, *Om Spirangium, etc.* (öfversigt af *Kongl. Vetensk. Akad. Förhandlingar*, t. XXXVI, 1879; p. 81 à 93, Pl. VI, *fig*. 1*a*, 1*b*; Pl. VII, *fig*. 5, 7).

*Pal. Jugleri* et de *Pal. appendiculata*, qui se trouvent à l'École des Mines. Dans cette dernière espèce, le nombre des tours de spire est de $5\frac{1}{2}$ ou de 6, c'est-à-dire presque aussi grand que dans les *Fayolia*. Mais aucun *Palæoxyris* n'a jusqu'à présent offert les cicatrices et les épines de ce dernier genre, que distingue d'ailleurs nettement le nombre moindre des valves.

» La première idée qui vient à l'esprit, en voyant les deux valves des *Fayolia* former par leur soudure un organe creux à l'intérieur, ainsi qu'en témoignent l'aplatissement complet de cet organe et l'application exacte de sa moitié postérieure sur sa moitié antérieure, serait de les considérer comme des feuilles involucrales, sinon carpellaires, abritant une ou plusieurs graines, ainsi que Schimper l'a fait pour les *Palæoxyris*. Leur mode d'ornementation ne serait pas un obstacle à cette manière de voir, car on peut remarquer que, sous ce rapport, les *Fayolia* ne sont pas sans quelque ressemblance avec les fruits des *Medicago* ou des *Hymenocarpus*, dont les uns présentent des épines et les autres une collerette membraneuse plus ou moins denticulée le long de la ligne de suture de leurs valves; seulement, dans ces deux genres, l'axe même de la gousse est tordu en hélice, et non droit comme les *Fayolia*, et, en les citant ici au point de vue de l'analogie extérieure, nous ne prétendons, bien entendu, faire aucun rapprochement. Nous devons ajouter que nous n'avons pu trouver aucune trace de graines ni à l'intérieur de ces corps, ni dans leur voisinage, et l'on peut se demander si ce résultat négatif s'expliquerait suffisamment par l'hypothèse que les graines aient été excessivement ténues, comme le sont aujourd'hui celles des Orchidées, et s'il ne doit pas faire écarter l'hypothèse que nous venons d'indiquer.

» En résumé, nous croyons devoir nous abstenir de formuler aucune conclusion précise au sujet de ces corps, ne connaissant rien dans la nature actuelle qui puisse leur être comparé, et le seul genre avec lequel ils aient quelque analogie sérieuse, le genre *Palæoxyris*, n'ayant pu encore être interprété et classé avec certitude. »

LITHOLOGIE. — *Sur quelques nouveaux types de roches provenant du mont Dore.* Note de M. **A. Michel Lévy**, présentée par M. Fouqué.

« Les travaux de Poulett Scrope, de Lecoq, de M. Von Lasaulx et de M. Fouqué ont établi la succession des roches dont l'accumulation constitue le mont Dore. La comparaison de ce grand massif volcanique avec celui du Cantal a permis à M. Fouqué de paralléliser les deux séries voi-

sines et de reconnaître au mont Dore les formations suivantes, que nous énumérons de haut en bas :

7. Basalte des plateaux (partie supérieure du pliocène).
6. Phonolithe.
5. Andésite à hornblende.
4. Trachyte et andésite à sanidine.
3. Cinérite (pliocène inférieur ou miocène supérieur).
2. Basalte porphyroïde.
1. Domite inférieure.

» Chargé par le service de la Carte géologique de France de la feuille de Clermont, je peux compléter, après deux ans d'explorations, la liste précédente et spécifier la physionomie des formations du mont Dore, s heureusement rattachées à celles du Cantal.

» 1° *Domite inférieure.* — Elle n'est développée qu'aux environs de Lusclade (Bourboule). Indépendamment des traînées interrompues de perlite et de rhyolithe étudiées par M. Von Lasaulx, elle contient des dykes et des coulées de trachyte et de phonolithe (chemin descendant au sud-est de Pessy; chemin des Courts à la fontaine pétrifiante; affleurement rive gauche de la Dordogne, à l'ouest de la Vernière). Le trachyte est à sphène, hornblende et augite. Le phonolithe contient en outre de la noséane; on en trouve des fragments dans la cinérite sur la route de Guéry, au nord de la petite cascade du Serpent.

» 2° *Niveau du basalte porphyroïde du Cantal.* — Il est représenté au mont Dore par des coulées peu continues qui apparaissent à la base et au milieu même de la cinérite; mais ces coulées basiques n'ont pas l'apparence porphyroïde : ce sont des andésites augitiques à labrador, pyroxène et amphibole (partie supérieure de la cinérite de la grande cascade), des labradorites augitiques à pyroxène et amphibole ou seulement à pyroxène (partie inférieure de la cinérite de la grande cascade, source César, route de La Tour sous Rigollet haut), des basaltes riches en hornblende (descente de Lusclade à Genesdoux), des basaltes ordinaires très vitreux (les Fougères).

» 3° *Cinérite.* — Elle se distingue de la domite inférieure par la grande abondance de fragments basiques (labradorite, basalte) qu'elle contient par place. Très ponceuse à l'est, aux environs de Saint-Nectaire, elle présente au-dessus de Pessy de petites perles isolées d'obsidienne.

» 4° *Trachyte et andésite à sanidine.* — Ces roches à grands cristaux de feldspath constituent un horizon bien tranché; les types à mica noir,

sphène et amphibole, sont parfois franchement acides; mais le plus souvent on a affaire à des trachytes et andésites augitiques à sanidine, labrador, hornblende et augite; souvent même le péridot y apparaît et présente cette anomalie d'être associé à la sanidine (grande cascade, salon de Mirabeau, entre la Cuve de Rigollet et le Plat à Barbe, etc.). On sait que M. Des Cloizeaux a découvert l'hypersthène dans les druses de ces roches au Capucin, et que M. Gonnard a signalé depuis, dans le même gisement, un grand nombre de minéraux. Un type remarquable de trachyte acide affleure au sommet 1382$^m$, près du Puy-Gros; il contient : première consolidation, fer oxydulé, sphène, augite vert, orthose, oligoclase; seconde consolidation, microlithes raccourcis d'orthose, quartz granulitique.

» 5° *Andésites à hornblende.* — Le type de ces roches est beaucoup plus basique au mont Dore que dans le Cantal; ce sont des andésites augitiques, à labrador, hornblende, pyroxène et parfois péridot. Dans les coulées supérieures de cette formation, aux minéraux précédents s'associe l'haüyne en grande abondance. Ce minéral est même beaucoup plus fréquent dans ces coulées basiques que dans les phonolithes acides qui leur ont succédé. L'horizon d'andésite augitique à haüyne est très étendu; nous les citerons sous les basaltes de la Banne d'Ordenche, entre les sommets 1515$^m$ et 1393$^m$; autour du roc Blanc (1388$^m$), où elles sont percées par un dyke de phonolithe; entre les pays de l'Ouire et de l'Aiguiller de Guéry, d'où part une coulée de ces roches qui traverse la route de Clermont; autour du Puy d'Agoust au nord de Murols, au village de Mareuge et dans la partie supérieure des coulées de Font-Marcel (Le Vernet).

» 6° *Phonolithes.* — Ces roches, au mont Dore, sont pauvres en néphéline; elles constituent des dykes nord-nord-ouest et quelques coulées.

» 7° *Basaltes des plateaux.* — A la partie inférieure de leur vaste formation, on trouve une variété à grands cristaux qui constitue pour partie le trachyte pyroxénique de Lecoq. Ce sont des basaltes riches en péridot, présentant la composition normale des basaltes feldspathiques : première consolidation, fer oxydulé, péridot, augite, anorthite, labrador; seconde consolidation, fer oxydulé, microlithes de labrador et d'augite. Mais leur structure est spéciale : à la fin de la première consolidation, les feldspaths et l'augite s'y sont associés comme dans les diabases ophitiques, et ce sont les débris de cette première association qui se trouvent englobés dans le magma microlithique. D'après nos expériences de synthèse, nous pensons, M. Fouqué et moi, que cette roche a dû se refroidir plus lentement que les basaltes ordinaires. J'ai trouvé cette roche mi-partie ophitique, mi-partie

microlithique, en place sur les andésites à noséane de la Banne d'Ordenche, au Puy-Loup, à l'ouest du Vernet, à la partie inférieure des coulées basaltiques du plateau de la Serre vers le tunnel de la Cassière. »

HYDROLOGIE. — *Sur l'annonce des crues de l'Ohio.* Note de MM. **Fr. Mahan** et **G. Lemoine.**

« *Inondations de l'Ohio.* — Les crues de l'Ohio produisent de véritables désastres, qui peuvent laisser plus de trente mille personnes sans abri.

» Jusqu'ici, la plus grande crue connue était celle de février 1832 : elle avait atteint à Pittsburgh $11^m$ au-dessus de l'étiage et à Cincinnati $19^m$; ces hauteurs ont été bien dépassées en 1883 et en 1884.

» En 1883, des pluies excessives, tombées en janvier, amenèrent en février de très fortes inondations. Déjà, les crues des affluents de la rive droite causèrent sur les chemins de fer d'énormes dégâts : ponts enlevés, remblais emportés, voies submergées; les réparations durèrent plusieurs mois. A Pittsburgh, la crue n'avait rien d'extraordinaire ($8^m$), mais les affluents de l'État d'Ohio avaient tellement grossi que l'eau monta à Wheeling à $15^m$ au-dessus de l'étiage et à Cincinnati à *vingt-trois mètres*. La moitié de la partie commerciale de cette ville fut submergée; les habitants durent quitter leurs demeures; les maisons s'écroulèrent; les usines furent noyées; ce fut une véritable détresse.

» En février 1884, les inondations furent encore plus terribles. A Pittsburgh, plus de 1200 maisons furent atteintes; les usines furent submergées et des milliers d'ouvriers se trouvèrent sans travail. A Wheeling, la ville était presque isolée et il était impossible de faire arriver des vivres. A Cincinnati (275000 habitants), les dégâts furent au moins de cinq millions de francs; l'eau dépassa de $0^m,50$ le niveau de 1883.

» *Hydrologie du bassin de l'Ohio.* — Le bassin de l'Ohio a une surface totale de $554000^{kmq}$, soit un peu plus que celle de la France ($528000^{kmq}$). Compris entre 34° et 43° de latitude Nord, il offre des climats très différents. Les forêts dominent sur la rive gauche; les cultures et les prairies, sur la rive droite.

» Le bassin de l'Ohio a pour sous-sol des formations sédimentaires très anciennes qui en France seraient imperméables et qui paraissent l'être également ici. La chaîne de montagnes qui le limite à l'ouest appartient surtout aux terrains cambrien et silurien : le reste de la rive gauche, aux terrains carbonifère et permien : le grand nombre des petites rivières y

indique une grande imperméabilité. La partie supérieure du bassin, autour de Pittsburgh, est le terrain houiller par excellence des Etats-Unis. La rive droite, dans les bassins du Scioto et du Miami, offre les terrains dévonien, cambrien et silurien.

» Les pentes différencient les affluents les plus importants des deux rives. Sur la rive gauche, le Monongahela, le Kentucky, le Kanawha, le Cumberland et le Tennessee descendent des monts Allegheny, en franchissant des pentes rapides; ils forment plusieurs chutes d'eau. Sur la rive droite, la ligne de partage, vers le Nord, se trouve sur le plateau de $150^m$ à $300^m$ d'altitude qui sépare presque sans transition le bassin de l'Ohio de ceux des lacs Erié et Michigan; le Wabash traverse les immenses prairies presque plates des États de l'Illinois et d'Indiana; c'est une rivière relativement tranquille où les crues n'atteignent jamais de trop grandes hauteurs ($6^m$?).

» L'Ohio commence à Pittsburgh par la réunion de l'Allegheny et du Monongahela, qui apporte toute l'eau des monts Allegheny; déjà à Pittsburgh les crues ordinaires s'élèvent à $8^m$ environ, les crues extraordinaires à $11^m$. En aval de Pittsburgh, les variations de régime sont insignifiantes jusqu'au confluent du Kanawha qui apporte les eaux des Blue-Mountains; le régime redevient à peu près constant jusqu'à Cincinnati; en aval, à Louisville, la forme des crues doit encore être à peu près la même, malgré l'apport du Kentucky. Ce n'est qu'à peu de distance de son confluent avec le Mississipi que l'Ohio éprouve des modifications importantes, dues à sa réunion avec les rivières considérables de Cumberland et de Tennessee.

» Jusqu'ici on n'a fait sur l'Ohio que quelques séries d'observations, plus ou moins complètes, sans grande valeur pour l'étude actuelle : presque rien n'a été fait sur les affluents.

» *Organisation de l'annonce des crues.* — Nous proposons d'organiser sur les rivières du bassin de l'Ohio un réseau méthodique d'observations analogues à celles que Belgrand a fondées pour le bassin de la Seine. Les stations les mieux placées correspondraient avec l'ingénieur de la navigation de l'Ohio à Cincinnati : cet officier transmettrait immédiatement ses prévisions aux localités les plus exposées. Voici, d'après une étude détaillée, les stations qui devraient concourir ainsi à l'annonce des crues; elles adresseraient chaque jour un bulletin par la poste; les stations inscrites en italique enverraient chaque matin un télégramme :

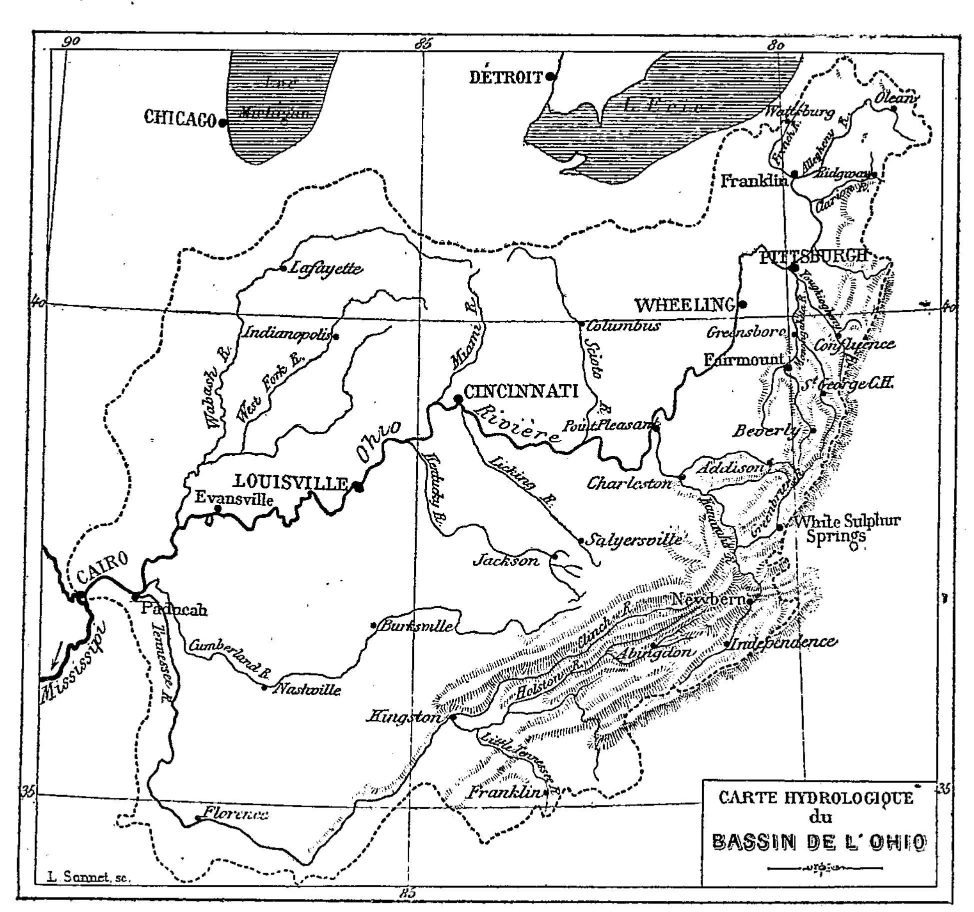
» 1re *section* (en amont du confluent du Kanawha) : Ridgway, sur le Clarion; Olean, sur l'Allegheny; Watsburg, sur le French; *Franklin*, sur l'Allegheny; — Saint-George, sur le Cheat; Beverly, sur le Tygart Valley Fork; Confluence sur le Yonghiogheny; *Fairmount*, sur le Monongahela; Greensboro, sur le Monongahela, au confluent du Cheat; — *Pittsburgh*

et *Wheeling*, sur l'Ohio. — Pittsburgh serait ainsi averti un jour au moins avant le maximum; Wheeling, deux jours.

» 2e *section* (en aval de Point Pleasant, confluent du Kanawha) : *White Sulphur Springs*, sur Greenbrier River; *Newbern* et Independence, sur le New River; Charleston, sur le Kanawha; — Colombus, sur le Scioto; — Salyersville, sur le Licking, affluent qui aboutit juste à Cincinnati; — *Cincinnati*, sur l'Ohio. — Cincinnati serait ainsi prévenu environ quatre jours avant le maximum.

» 3e *section* (entre les confluents du Kentucky et du Wabash) : Jackson, sur le Kentucky; — *Louisville* et *Evansville*, sur l'Ohio. — Louisville serait ainsi prévenu de quatre à cinq jours avant le maximum.

» 4e *section* (en aval du confluent du Wabash) : la Fayette, sur le Wabash; — Burksville et Nashville, sur le Cumberland; — Abingdon, sur le South-Fork; Franklin, sur le Little Tennessee; Kingston, sur le Tennessee; Florence, sur le Tennessee; — *Paducah*, sur l'Ohio, au confluent du Tennessee.




Les stations inscrites sur cette carte en caractères romains enverraient chaque matin un télégramme à Cincinnati; les autres stations enverraient un bulletin par la poste et en cas de crue un télégramme.

» Les observations ainsi organisées formeront la seule base sérieuse sur

laquelle on puisse fonder l'annonce numérique des crues de l'Ohio et de ses principaux affluents. Les Américains, toujours pressés d'aller vite, ne devront pas oublier qu'il faudra plusieurs années d'observations suivies pour arriver à des prévisions exactes; mais des renseignements, même généraux, empêcheraient les intéressés d'être pris au dépourvu : au moment des grandes inondations, quelques heures suffisent pour éviter beaucoup d'avaries. Les économies ainsi réalisées représenteraient une valeur incomparablement supérieure aux frais d'installation d'un service d'annonce des crues. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la pseudo-méningite des jeunes sourds-muets (otopiésis pseudo-méningitique).* Note de M. **Boucheron**, présentée par M. Bouley.

« Les accidents méningitiformes qui apparaissent au début d'une surdi-mutité, l'incapacité de marcher qui en résulte pendant plusieurs semaines ou même plusieurs mois, et enfin les accidents nerveux bizarres observés chez beaucoup de sourds-muets, sont-ils toujours la conséquence d'une méningite cérébro-spinale ou d'une otite labyrinthique (Voltolini)?

» Dans bon nombre de faits, ces *phénomènes pseudo-méningitiques sont* simplement *la traduction d'une excitation violente des nerfs labyrinthiques,* d'après un mécanisme assez facile à modifier.

» Voici d'abord trois cas types : Un enfant de huit ans est pris d'une affection méningitiforme qui le laisse absolument sourd, incapable de marcher et même de se tenir debout, mais qui lui laisse son intelligence. Cet état dure six semaines; on lui insuffle de l'air dans la caisse du tympan, et, séance tenante, l'enfant *peut se tenir debout, marcher et retourner chez lui à pied.*

» Un enfant de trois ans et demi est pris d'accidents méningitiformes à l'occasion d'une rougeole très bénigne; il reste six à sept semaines sans pouvoir marcher et devient tout à fait sourd-muet, mais reste intelligent. Nous constatons une surdité absolue, sept mois après le début de la maladie. A cette époque, après deux insufflations d'air dans l'oreille moyenne, *l'enfant perçut les bruits intenses;* après deux insufflations, il entendit *la musique* d'un régiment qui passait sous les fenêtres de sa chambre. Peu à peu, l'audition de la voix revint dans une certaine mesure, et aussi la parole.

» Chez un autre enfant, c'est à l'occasion d'une scarlatine que sur-

viennent les accidents méningitiformes : surdité, etc., cédant aux mêmes moyens.

» Ces deux derniers enfants et plusieurs autres jeunes sourds-muets étaient en outre affectés de divers troubles nerveux. Ainsi *ils poussaient des cris violents, sauvages, comme hydrencéphaliques*. Ils étaient pris de colère furieuse, avec impulsion irrésistible de frapper leurs parents ou eux-mêmes, de briser les objets à leur portée; ils étaient dénués d'affection, même pour leur mère.

» Tous ces phénomènes concomitants à la surdité disparurent avec elle, et même avant elle, après quelques insufflations d'air. Dans ces conditions, l'hypothèse d'une vraie méningite ou d'une otite labyrinthique primitive ne peut plus subsister.

*Interprétation.* — A la suite d'un catarrhe *a frigore*, rubéolique, ou scarlatineux, ou typhoïdique, etc., les trompes d'Eustache se sont oblitérées, le vide aérien s'est produit dans les caisses des tympans [1]; alors la pression atmosphérique, sans contrepoids, a refoulé la membrane tympanique, puis les osselets dans le labyrinthe; *le liquide labyrinthique, ainsi pressé, a transmis la pression aux terminaisons des nerfs labyrinthiques* [2].

» La pression *excitatrice des nerfs des canaux semi-circulaires* (nerfs de l'équilibre) *produit une déséquilibration* telle, que le sujet ne peut ni se tenir debout ni marcher, ni même tenir la tête droite.

» *La pression excitatrice des nerfs auditifs proprement dits détermine le bourdonnement et la surdité.*

» En outre, l'excitation otopiésique transmise au bulbe met en jeu les pneumo-gastriques (vomissements, état nauséeux); les spinaux, qui animent les muscles sterno-cléido-mastoïdiens, et les trapèzes (renversement de la tête en arrière); les nerfs faciaux (grimacements de la face); les nerfs masticateurs (grincements des dents, crispations des mâchoires; les nerfs moteurs de l'œil (convulsions des yeux); le centre vaso-moteur bulbaire (pâleur cadavérique, alternatives de rougeur et de pâleur); le centre thermogène (chaleur de la tête, peut-être même une certaine élévation de la température générale, comme dans les expériences de M. Ch. Richet), et

---

(1) Chez les chiens où nous avons oblitéré cicatriciellement les trompes d'Eustache, *la caisse du tympan, ouverte sous l'eau, était tout à fait privée d'air.*

(2) Le mécanisme de compression du labyrinthe, ou oreille interne, dont nous avons déjà entretenu l'Académie (*Comptes rendus*, mars 1880 et février 1882), peut être dénommé *mécanisme otopiésique* (de οὖς, ὠτός, oreille; πίεσις, compression).

même au-dessous du bulbe, les nerfs médullaires, nerfs cervicaux, brachiaux, thoraciques, abdominaux et dorso-lombaires (convulsions des bras, des muscles thoraciques et abdominaux, des muscles du dos et des membres inférieurs), sans parler des effets d'inhibition sur les fonctions cérébrales et viscérales. On observe aussi des *accès épileptiformes* qui ont la même origine.

» Les symptômes méningitiformes de l'otopiésis ne sont pas seulement analogues aux symptômes de la méningite vraie : ils sont identiques, puisque les symptômes méningitiques sont, eux aussi, la traduction de l'excitation des centres nerveux par le processus méningitique.

» Seulement, dans l'otopiésis, l'excitation part de l'oreille : *c'est le vide aérien de la caisse tympanique* qui est le point de départ de la compression des nerfs auriculaires; aussi, quelques bulles d'air introduites dans la caisse, en faisant cesser le vide, mettent fin à l'excitation des nerfs auriculaires et à tout le syndrome pseudo-méningitique.

» Les *caractères diagnostiques* de *l'otopiésis pseudo-méningitique* sont les suivants : phénomènes méningitiformes; *surdité considérable et même absolue, après un, deux ou trois jours;* absence de paralysie faciale double, paralysie qui devrait coexister avec la surdité, si l'unique faisceau nerveux qui renferme le facial et l'acoustique accolés était comprimé par un exsudat méningien; retour rapide de la connaissance; vigueur normale des membres inférieurs dans la station couchée; incapacité de se tenir debout, de marcher, par état vertigineux; conservation de l'intelligence; disparition rapide, sinon immédiate, des accidents par l'introduction de l'air dans la caisse.

» La surdité est très grave dans la forme pseudo-méningitique, parce que la compression des nerfs acoustiques est intense, et que, si cette compression se prolonge, les nerfs dégénèrent. Il n'y a qu'une courte période où la thérapeutique puisse être efficace : c'est dans la période qui précède l'atrophie des nerfs.

» Quand il n'y a pas d'accidents méningitiformes, la surdité infantile est généralement moins grave, la compression des nerfs étant moindre; mais c'est le même mécanisme et la même thérapeutique, qui doit être hâtive.

» On peut rapprocher les phénomènes otopiésiques des phénomènes produits par une excitation quelconque du labyrinthe ou des autres parties de l'oreille (Flourens, Magendie, Ménière, Goltz, Bonnafont, Lœwenberg, Mach, Cyon, Brown-Sequard, Vulpian, Lussana, Berthold, Moos, Stefani, Weiss, Schiff, Laborde, etc.).

» D'ailleurs, *physiologiquement*, ces phénomènes vertigineux, et autres, se manifestent lorsqu'il y a excitation directe ou indirecte des nerfs auriculaires, soit à leur terminaison dans l'oreille, soit dans leur trajet méningien, soit à leurs centres bulbaires, soit dans le trajet à travers la protubérance et les pédoncules, soit à leur origine dans le cervelet et dans les lobes occipitaux du cerveau; et ces phénomènes vertigineux ou de déséquilibration sont à peu près identiques dans leur physionomie, quel que soit le point excité et quel que soit l'agent excitateur.

» Mais, *au point de vue clinique*, ce qu'il importe de déterminer, c'est non seulement que l'appareil producteur du vertige est impressionné, mais surtout, c'est de trouver le point de départ de l'excitation et le mécanisme de cette excitation, puisque c'est ainsi que l'on peut intervenir sur le mécanisme et mettre un terme aux accidents ».

M. **J. Rambosson** adresse une Note portant pour titre : « le Mouvement réflexe contagieux. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

## COMITÉ SECRET.

La Commission nommée pour préparer une liste de candidats à la place de Secrétaire perpétuel, laissée vacante par le décès de M. *J.-B. Dumas*, présente la liste suivante, disposée *par ordre alphabétique :*

M. **Jamin**,
M. **Vulpian**.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 19 mai 1884.

(Suite.)

*Hippognosie ou connaissance complète du cheval; par* H. Pinel. Paris, Baudoin, 1883; in-12. (Renvoyé au Concours du prix Cuvier.)

A. Kowalevski. *Embryogénie du Chiton Polii (Philippi). — Étude sur l'embryogénie du Dentale. — Documents pour l'histoire embryogénique des Alcyonaires.* — Marseille, typogr. Cayer, 1883; 2 br. in-4°, avec documents divers. (Renvoyé au Concours du prix Serres.)

*Paléontologie française, ou description des fossiles de la France. Terrain jurassique;* liv. 67, 68 et 69. Paris, G. Masson, 1884; 3 liv. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

*Entretiens familiers sur la santé. Hygiène usuelle étudiée d'après les actes de la vie normale; par le* Dr F. Brémond. Paris, Lauwereyns, 1884; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

*Cours de Physique; par* J. Violle, t. I : *Physique moléculaire*. Paris, G. Masson, 1884; in-8°.

*Note sur les expériences effectuées pour la détermination de l'étalon absolu de lumière; par* M. J. Violle. Paris, Gauthier-Villars, 1884; br. gr. in-8°.

*La France future sur l'Océan. La rade du Havre; par* L. Thuillard-Froideville. Paris, Grassart, 1884; br. in-8°.

*Mémoire sur les clivages des roches (schistosité, longrain) et sur leur reproduction; par* M. Ed. Jannettaz. Lagny, imp. Aureau, 1884; br. in-8°.

*Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire;* 2e série, t. III, année 1883. Saint-Étienne, imp. Théolier, 1883; in-8°.

*Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers (ancienne Académie d'Angers)*, t. XXIV, 1882; t. XXV, 1883. Angers, imp. Lachèse et Dolbeau, 1883-1884; 2 vol. in-8°.

*Actes de l'Académie nationale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux;* 3e série, t. XXXVIII à XLIII, 1876-1881; 6 vol. in-8°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUIN 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

#### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Louis Cailletet*, pour remplir la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *du Moncel*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Cailletet** prend place parmi ses Confrères.

M. **Tresca** donne connaissance de la Lettre par laquelle Sa Majesté l'Empereur Don Pedro le charge de « communiquer à l'Académie l'expression de ses sentiments de profond regret à l'occasion de l'immense perte que les Sciences viennent de faire en la personne de M. Dumas ».

ASTRONOMIE. — *Étude sur le contour apparent de Vénus;* par MM. **Bouquet de la Grye** et **Arago**. (Extrait.)

« La mesure des plaques photographiques obtenues à Puebla pendant la durée du passage de Vénus sur le Soleil nous ayant mis à même de constater quelques résultats nouveaux relatifs au contour de cette planète, nous croyons devoir les communiquer à l'Académie.

» Le but principal des mesures que nous avons prises était de déterminer sur chaque plaque la distance des centres des deux astres; puis, s'il était possible, l'angle de position de Vénus, afin de conclure de la marche de la première valeur ou de l'ensemble des deux un chiffre nouveau pour la parallaxe solaire.

» Pour arriver aux nombres exprimant des distances et des angles avec la rigueur désirable, l'un de nous proposa à la Commission du passage de Vénus de faire des pointés sur le contour du disque des deux astres au moyen d'un microscope se mouvant selon des coordonnées rectangulaires, et, après avoir corrigé les valeurs en $x$ et $y$ de la réfraction, des erreurs dépendant de l'instrument de mensuration de celles introduites par le véhicule de l'appareil photographique, de former avec elles des équations de condition du second degré en assez grand nombre pour éliminer les erreurs des pointés.

» Une fois les valeurs des coefficients de chaque équation obtenues, on pouvait en déduire la grandeur du rayon équatorial et du rayon polaire de la planète, ainsi que l'inclinaison du premier sur l'équateur terrestre, représenté suffisamment sur chaque plaque par l'impression des fils médians du réticule.

» C'est ce procédé qui a été appliqué, à titre d'essai, sur une centaine de plaques et, malgré la longueur des calculs qu'il a nécessités, il nous paraît devoir être recommandé une fois de plus, parce que non seulement il a conduit aux résultats demandés, mais encore parce qu'il a mis sur la voie de phénomènes nouveaux.

» Pour ne parler aujourd'hui que du disque de Vénus, notons que nous nous sommes arrêtés au nombre de trente-deux pointés complets autour de la planète (le chiffre doit être divisible par 8 pour faciliter la résolution des équations), que chaque pointé a été fait avec un grossissement de microscope de six diamètres et, comme l'image était elle-même amplifiée

de quatre fois et demie, le système optique général grandit de vingt-sept fois l'image obtenue au foyer de l'objectif.

» L'appareil qui a servi aux mesures a été construit par MM. Brunner pour la Faculté des Sciences de Lyon, qui a bien voulu le prêter momentanément à la Commission de Vénus.

» La description en serait trop longue pour figurer ici; on doit seulement retenir que les pointés peuvent donner le millième de millimètre et que c'est sur des quantités exprimées en microns que roulent toutes les discussions.

» Il avait été convenu, au commencement des mesures, entre les deux opérateurs, que chacun d'eux fonctionnerait, en tant que pointés sur l'image photographique, de la façon qui lui paraîtrait la plus avantageuse; M. Arago se tint au système exposé par le chef de la Mission devant le Comité, c'est-à-dire qu'il fit les pointés au centre même d'un carré fourni par des fils d'araignée, tandis que ce dernier, en raison du grossissement du microscope et de la convexité anormale de son cristallin, qui agrandissait relativement les images, préféra faire usage d'une croisée de fils extrêmement fins. M. Arago, en visant le contour de Vénus, crut trouver une limite plus nette au milieu de la pénombre, tandis que M. Bouquet de la Grye pointa sur la limite extrême de l'impression blanche, c'est-à-dire étendit autant que possible la grandeur du diamètre apparent de l'astre.

» Cela ne peut avoir qu'une influence bien faible sur la détermination des centres des astres, mais il en est autrement en ce qui concerne la grandeur du diamètre, et la moyenne des résultats obtenus accuse, pour l'ensemble des plaques, dont la qualité a été déclarée parfaite, une différence de 44 tierces dans les mesures faites par les deux observateurs.

» La grandeur absolue de ce rayon variant d'ailleurs selon le temps de pose, la quantité de lumière solaire traversant un ciel nuageux, selon l'épaisseur de la couche sensible et sûrement aussi selon le renforçage, il a été fait après coup une appréciation de la teinte et de la qualité de chaque plaque, au point de vue de la netteté, de façon à les ranger pour l'étude des résultats en six classes, selon la coloration de l'épreuve, et en quatre selon la perfection de l'épreuve. Le diamètre de Vénus est fonction des unes et des autres.

*Aplatissement de Vénus.* — 28 plaques, considérées comme excellentes, ont été mesurées par M. Bouquet de la Grye. En faisant la somme de toutes les équations relatives aux ellipses partielles déterminées chacune

par les 32 équations de condition, on arrive à une équation moyenne rapportée à son centre qui conduit à un grand axe égal à $2^{mm},0102$ et à une différence des deux axes de 6 microns, qui représentent 6 tierces, car chaque seconde d'arc équivaut à peu près à 60 microns ($61^{\mu},58$).

» La valeur que l'on déduit, pour l'angle fait par le grand axe de Vénus avec l'équateur terrestre, est de $70^{\circ}28' = \varphi$.

» Si l'on prend, dans les mesures faites par M. Arago, celles relatives aux 14 très bonnes plaques et si l'on ajoute comme ci-dessus les équations rapportées au centre, on a pour valeur du grand axe $1^{mm},9563$, pour aplatissement 7 microns et pour $\varphi$, $67^{\circ}12'$. L'aplatissement moyen est de $\frac{1}{303}$.

» Ceci se rapporterait à une forme de la planète presque identique à celle de la Terre, en supposant l'axe de rotation dans un plan perpendiculaire au rayon vecteur du Soleil; en tout cas, on aurait une projection de cet aplatissement en même temps qu'une projection de l'angle fait par l'axe de Vénus avec une ligne parallèle à l'axe de la Terre. Ce dernier angle serait égal à $31^{\circ}10'$.

» Malheureusement pour cet accord de chiffres, on remarque, en étudiant les résultats partiels, que l'approximation est moindre qu'elle paraît au premier abord.

» De plus, en augmentant le nombre des mesures par l'introduction des plaques cotées seulement bonnes, ce qui double le premier nombre, l'angle $\varphi$ diminue en même temps que l'aplatissement, et le premier chiffre diminue plus encore, si on prend l'ensemble des quatre-vingt-huit plaques de Puebla mesurées.

» Pour rechercher d'où pouvaient provenir ces différences, j'ai tracé sur une feuille une circonférence d'un rayon égal à celui de la moyenne des axes de l'ellipse résultant des très bonnes plaques et j'ai porté sur cette feuille les trente-deux pointés ayant fourni l'ellipse moyenne. Un fait est ressorti de ce rapprochement : c'est que Vénus, sur la majeure partie de son contour, est absolument circulaire; les points moyens coïncident, à 2 ou 3 microns près, avec la circonférence, mais il existe au sud de la planète une zone caractérisée (le 6 décembre 1882) par une grande élévation entre deux dépressions.

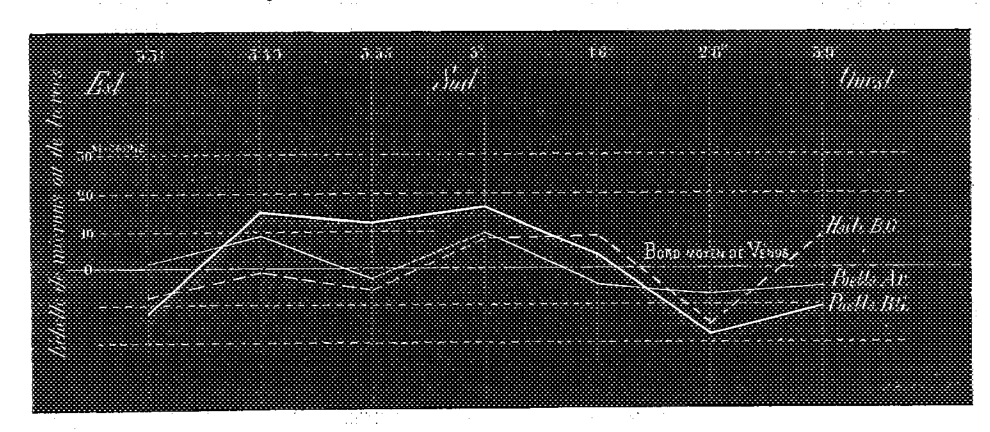
» En revenant sur les données prises antérieurement et en calculant alors les rayons successifs de la planète sur chacune des directions de chaque plaque, puis en les groupant par séries de cinq à sept rayons pour déduire les différences avec la moyenne de chaque zone isolée, puis en groupant les

résultats par séries d'épreuves, de façon à n'avoir qu'une moyenne toutes les heures, on arrive aux variations suivantes, exprimées en microns :

*Mesures faites par M. Bouquet de la Grye.*

| | Azimut du pointé.......... | Est. 332° | 343° | 354° | Sud 5° | 16° | 28° | 39° O. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re série, 7 plaques, H. moy. | $4^h,00$, T. m. de Paris.. | $-23^\mu$ | $+11^\mu$ | $+16^\mu$ | $+13^\mu$ | $+15^\mu$ | $-14^\mu$ | $-6^\mu$ |
| 2e » 8 » | » 4,45 » .. | −2 | +21 | +10 | +15 | +4 | −15 | −15 |
| 3e » 9 » | » 5,53 » .. | 0 | +11 | +10 | +16 | −10 | −27 | −15 |
| 4e » 8 » | » 6,47 » .. | −12 | +12 | +4 | +14 | 0 | −12 | −6 |
| 5e » 8 » | » 7,40 » .. | −25 | +16 | +22 | +24 | +12 | −21 | −14 |
| | Moyenne.................. | −12 | +14 | +12 | +16 | +4 | −18 | −13 |

» En admettant que ces pointés aient été faits sur des limites du contour de Vénus restant immobiles pendant près de quatre heures, c'est-à-dire se présentant toujours les mêmes, on aurait des erreurs probables des moyennes descendant à $1^\mu,3$ pour la zone correspondant à 5° et $1^\mu,8$ pour une autre zone située à 22° plus ouest et qui offre avec la première une différence de 34 microns, correspondant à $116^{km}$ et à $\frac{1}{59}$ du rayon de Vénus.




» Le dessin ci-joint montre l'aspect de cette protubérance, qui a peu changé de forme durant le passage de Vénus sur le Soleil.

» Comme il ne pouvait y avoir là une de ces illusions d'optique fréquentes dans les phénomènes observés, que le fait résultait de mesures exécutées sur des plaques existant en grand nombre et conservées en parfait état, la grandeur relative du phénomène dépassant toutes les erreurs que l'on pouvait imaginer, un seul contrôle présentait quelque utilité : c'était de s'assurer que dans d'autres stations on trouvait la même irrégularité de forme.

» M. Bouquet de la Grye a pris pour cela 11 plaques obtenues par M. Chapuis, officier attaché à la mission de M. d'Abbadie, et il a appliqué au contour le même mode de mensuration que sur celles de Puebla. Voici les résultats afférents à ce petit nombre de mesures :

| | 330° | 340° | 355° | 5° | 16° | 28° | 39° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Moyenne des plaques. | — 7 | — 1 | — 5 | + 8 | + 9 | — 14 | + 10 |

» Le tracé est figuré en traits ponctués à côté de celui fourni par la moyenne des plaques de Puebla. On voit qu'il suit les mêmes inflexions, mais en les atténuant quelque peu, ce qui tient à des défauts de centrage, au petit nombre d'épreuves employées et surtout à la qualité moindre de ces épreuves. On ne saurait en effet, *a priori*, comparer des images obtenues à une altitude de $2200^m$ à celles prises au niveau de la mer : les premières ont une netteté qui est en raison inverse du poids de la couche d'air traversée et probablement aussi de sa température, ce qui donne à celles de Puebla une grande supériorité. Aussi, en thèse générale, si les phénomènes mesurés sur les plaques de Puebla doivent exister dans toutes les stations, leur netteté ne peut qu'y être moindre.

» Nous avons dit d'ailleurs qu'à Puebla même l'aplatissement calculé diminuait avec la qualité des épreuves.

» Il diminue également si, au lieu de prendre la limite extérieure du bord de Vénus, on se tient, comme l'a fait M. Arago, en dedans des dernières granulations de la partie estompée.

» Voici la moyenne des chiffres obtenus par cet officier sur treize plaques cotées très bonnes :

| Est 332° | 343° | 354° | Sud 5° | 16° | 28° | 39° Ouest. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $+1^{\mu}$ | $+9^{\mu}$ | $-3^{\mu}$ | $+10^{\mu}$ | $-4^{\mu}$ | $-7^{\mu}$ | $-6^{\mu}$ |

» Le tracé auquel ces chiffres conduisent est figuré en traits légers dans la figure ci-dessus; on voit qu'il est intermédiaire entre ceux indiqués plus haut, résultat auquel on devait presque s'attendre.

» Quoi qu'il en soit, la constatation d'une pareille anomalie des longueurs du rayon dans la région sud de Vénus engageait à calculer et à comparer entre elles les valeurs de cet élément sur toutes les plaques et dans tous les azimuts : c'est ce qui a été fait, et le résultat a fourni quatre autres manifestations de protubérances d'un ordre de grandeur très infé-

rieur aux premières; partout ailleurs les erreurs probables sont aussi élevées que les moyennes des cinq séries.

» Les zones de ces surélévations sont : S. 62° O., N. 62° O., N. 62° E. et S. 75° E.; celle du N. 62° E., dont la hauteur moyenne est de 12 microns, est suivie, au N. 84° E., d'une dépression moyenne de 7 microns, ce qui la rend très apparente.

» Maintenant, quelle est la nature de ces surélévations qui se présentent d'une façon presque régulière sur la silhouette de la planète? *A priori*, on ne peut assurer qu'elles sont constituées en entier par la croûte solidifiée de Vénus; une hauteur de plus de $100^{km}$ nous paraît inadmissible pour une région montagneuse. Il en serait autrement, s'il s'agissait à la fois d'accumulations de glaces et de ces zones nuageuses dont la disposition régulière se manifeste autour de notre globe, et l'épaisseur de l'atmosphère de Vénus, mesurée à Puebla, est précisément supérieure à ces élévations et s'accorderait avec cette hypothèse; dans ce cas, la zone sud pourrait bien représenter une région polaire et hivernale de la planète.

» Je ne donne aujourd'hui que le premier aperçu de cette recherche, j'y reviendrai après l'achèvement des mesures de toutes les meilleures plaques obtenues à Puebla, en essayant de distinguer les zones au moyen des variations des valeurs du rayon de Vénus.

» Bornons-nous actuellement à faire observer que l'étude mathématique d'épreuves photographiques, obtenues à $\frac{1}{10000}$ de seconde, ouvre une voie sinon nouvelle, du moins bien peu frayée, à des recherches intéressantes et permet de voir et de mesurer des grandeurs inaccessibles aux observations directes. »

BALISTIQUE. — *Sur l'artillerie à grande puissance.*
Note de M. **Dupuy de Lome.**

« La Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée vient de construire et de livrer au gouvernement espagnol un canon de marine de $16^{cm}$, qui présente comme bouche à feu et comme affût des dispositions ayant donné des résultats tellement supérieurs à ceux connus jusqu'à ce jour, qu'il me paraît intéressant de les faire connaître à l'Académie des Sciences.

» *La bouche à feu proprement dite* a été exécutée sous la direction de M. Canet, chef du service de l'artillerie de la Société, conformément aux plans de M. le général Hontoria, de l'artillerie de la Marine royale espagnole, et sur des principes que la Société des Forges et Chantiers se propose d'ap-

pliquer à l'avenir à ses canons, quand elle sera libre d'adopter ce mode de construction.

» Jusqu'ici on s'est préoccupé principalement, dans l'établissement des nouvelles pièces d'artillerie, de leur résistance transversale, ou *résistance à l'éclatement*, sans faire participer le frettage à la résistance longitudinale, ou *résistance au déculassement*.

» La plupart des pièces construites jusqu'à présent sont constituées par un tube ayant toute la longueur de la pièce et renforcé, sur tout ou partie de cette longueur, par un ou plusieurs rangs de frettes superposées.

» Avec cette disposition, le tube central du canon doit résister seul à tout l'effort longitudinal provenant de la pression des gaz sur la culasse. Dans la pièce de $16^{mc}$ exécutée par la Société des Forges et Chantiers, c'est non seulement la résistance transversale qui est visée dans le frettage, mais aussi la résistance longitudinale, afin d'éviter le déculassement par lequel sont mises le plus souvent hors de service les bouches à feu construites dans ces temps derniers en vue du percement des murailles des navires cuirassés.

» Pour obtenir une résistance longitudinale plus grande, le premier rang des frettes est remplacé par un long manchon portant agrafes à chaque bout et placé à chaud, de façon à obtenir un serrage longitudinal.

» Ce manchon emboîte toute la partie postérieure du canon, depuis la culasse jusqu'à la frette à tourillons, à laquelle il transmet la traction qu'il supporte pendant le tir.

» Cette disposition présente, entre autres avantages, ceux de produire des bouches à feu également résistantes au déculassement et à l'éclatement, et de permettre l'emploi de tubes de canon relativement minces, d'épaisseur uniforme : ce qui rend le martelage et la trempe à l'huile plus efficaces.

» L'application de ces principes à la construction du canon de $16^{cm}$ précité a permis d'établir la plus puissante pièce de ce calibre qui ait été essayée jusqu'à ce jour.

» Elle a $5^{m},89$ de longueur totale, 35 calibres de longueur d'âme, et elle pèse $6200^{kg}$.

» La charge maximum de $32^{kg},5$ qui a été employée a imprimé à un projectile de $60^{kg}$ une vitesse de $632^{m}$ par seconde à la sortie de la bouche à feu, avec une pression maximum de $2200^{atm}$.

» Dans ces conditions, le projectile peut percer, à très courte distance, une plaque de fer doux de $35^{cm}$ d'épaisseur.

» Sous un angle de $35^{o}$, la portée est de $14^{km},5$.

» La valeur du système de construction d'une bouche à feu a pour mesure le rapport existant entre la force vive imprimée au projectile et le poids de la bouche à feu.

» Plus ce rapport est élevé, plus est grand le travail fourni par chaque kilogramme de métal constituant le canon.

» Le Tableau ci-après montre que ce canon de $16^{cm}$ est, de tous ceux de calibre analogue, non seulement celui qui produit les résultats absolus les plus considérables, mais encore celui qui utilise le mieux le poids du métal entrant dans sa construction.

| Désignation habituelle des canons. | 16 cm construit par les Forges et Chantiers. | 16 cm de la Marine française. | 6 pouces anglais Armstrong. | 6 pouces anglais n° 2. | 6 pouces anglais n° 3. | 15 cm Krupp de 35 calibres. | 17 cm Krupp de 35 calibres. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Calibre exact du canon (en millimètres). | 161 | 164,7 | 152,4 | 152,4 | 152,4 | 149,1 | 172,6 |
| Diamètre à la chambre à poudre (en millimètres) | 200 | 173 | 190,5 | 203,2 | 203,2 | 175 | 200 |
| Diamètre de l'obturateur de culasse (en millimètres) | 174 | 195,4 | » | 203,2 | 203,2 | 198 | 226 |
| Longueur du canon (en millimètres) | 5,890 | 4,867 | 4,206 | 4,204 | 4,336 | 5,220 | 6,040 |
| Longueur d'âme (en millimètres) | 5,682 | 4,614 | 3,962 | 3,962 | 3,891 | 4,400 | 5,655 |
| Poids du canon (en kilogrammes) | 6200 | 5100 | 4060 | 4115 | 4520 | 4770 | 7520 |
| Poids du projectile (en kilogrammes) | 60 | 45 | 36,3 | 45,4 | 45,4 | 39 | 60 |
| Poids de la charge de poudre (en kilog.). | 32,5 | 22,5 | 15,4 | 15,4 | 19,4 | 17 | 26 |
| Vitesse à la sortie de la bouche (en mètres par seconde) | 632 | 605 | 573 | 513 | 573 | 605 | 605 |
| Pression maxima constatée avec la poudre adoptée pour chaque pièce (en atmosph.) | 2250 | 2800 | 2250 | 2000 | 2000 | 2600 | 2600 |
| Effort maximum de poussée longitudinale des gaz mesuré au plus grand diamètre (en kilogrammes) | 706,000 | 837,000 | 641,000 | 648,000 | 875,000 | 870,000 | 1002,000 |
| Puissance vive à la sortie (en tonneaux-mètres) | 1222 | 840 | 608 | 609 | 760 | 728 | 1119 |
| Puissance vive par centimètre de circonférence du projectile (en tonn.-mètres). | 24,3 | 16,4 | 12,7 | 12,7 | 15,9 | 15,5 | 20,6 |
| Épaisseur de la plaque de fer doux traversée normalement à bout portant (en centimètres) | 35,3 | 26,7 | 22,2 | 22,2 | 26,1 | 25,6 | 31,4 |
| Rapport de la puissance vive du projectile au poids du canon | 197 | 168 | 148 | 148 | 168 | 153 | 149 |
| Comparaison de ces rapports, celui du canon construit par les Forges et Chantiers étant pris pour unité | 1 | 0,80 | 0,76 | 0,75 | 0,85 | 0,77 | 0,75 |

» Pour le tir des nouvelles pièces d'artillerie d'un poids et d'une puissance si formidables, la recherche d'un affût capable de rendre facile la

manœuvre de ces bouches à feu et de résister à leur recul, en le limitant, présente encore plus de difficultés que la construction des canons eux-mêmes.

» Pour le canon de $16^{cm}$ dont je viens d'exposer la puissance, la même Société industrielle a combiné et exécuté un affût marin tournant, à pivot central, muni d'un frein hydraulique du système Vavasseur.

» L'encombrement de cet affût est aussi minime qu'on peut le désirer; car la partie la plus arrière ne dépasse pas la tranche de culasse du canon en batterie et le diamètre de la sellette circulaire fixée au pont du navire est de $1^m,90$, diamètre remarquablement réduit pour un canon de $5^m,89$ de longueur. Sur cet affût, le canon tire à volonté dans toutes les directions de l'horizon et à tous les angles compris entre 25° au-dessus et 10° au-dessous de l'horizontale.

» Le recul, quoique limité à $70^{cm}$, s'exerce sans fatigue pour les organes de l'affût. La durée de ce recul, mesurée au moyen du vélocimètre Sebert, a été trouvée de 21 centièmes de seconde, et sa vitesse passe par un maximum de $3^m,80$ par seconde, laquelle se produit environ au tiers du chemin parcouru.

» La rentrée en batterie se fait d'elle-même aussi rapidement ou aussi doucement qu'on le veut, en ouvrant plus ou moins la petite soupape permettant l'écoulement, d'un cylindre à l'autre, de la glycérine renfermée dans les freins à piston.

» L'effort exercé sur ces pistons a été rendu sensiblement uniforme pendant le recul, malgré sa vitesse croissante et décroissante, de sorte que cet effort ne dépasse pas $50\,000^{kg}$, tandis que la pression des gaz sur le fond de la bouche à feu, pression produisant le recul, monte momentanément jusqu'à $460\,000^{kg}$.

» Les poids de tout l'appareil de cet affût, pour la pièce de $16^{cm}$ précitée, sont les suivants :

| | kg |
|---|---|
| Poids de l'affût mobile au recul | 1610 |
| Poids de son masque protecteur contre la mitraille | 630 |
| Poids du châssis tournant | 2940 |
| Poids de la sellette fixée sur le pont | 1560 |
| Poids total de l'ensemble de l'affût | 6740 |

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Secrétaire perpétuel pour les Sections de Sciences physiques, en remplacement de M. *Dumas*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

| | | |
|---|---|---|
| M. Jamin obtient | . . . . . . . . | 39 suffrages |
| M. Vulpian » | . . . . . . . . | 12 » |
| M. Blanchard » | . . . . . . . . | 1 » |
| M. Daubrée » | . . . . . . . . | 1 » |

M. JAMIN, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1884.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

*Prix Godard :* MM. Gosselin, Vulpian, Richet, Charcot et Larrey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et P. Bert.

*Prix Serres :* MM. Vulpian, Richet, P. Bert, Gosselin et Ch. Robin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Charcot et de Quatrefages.

*Prix Lallemand :* MM. Gosselin, Charcot, Vulpian, P. Bert et Richet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Larrey.

*Prix Montyon* (*Physiologie expérimentale*) *:* MM. Vulpian, P. Bert, Gosselin, Charcot et Marey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Milne-Edwards et Richet.

*Prix Gay* (*Montrer par des faits précis comment les caractères topographiques du relief du sol sont une conséquence de sa constitution géologique*

*ainsi que des actions qu'il a subies, etc.*) : MM. Daubrée, Hébert, Gaudry, Fouqué et Perrier réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Des Cloizeaux et Haton de la Goupillière.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'existence du manganèse dans les animaux et les plantes et sur son rôle dans la vie animale.* Mémoire de M. E. Maumené, présenté par M. Friedel. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« ... Le blé ne renferme pas moins de $\frac{1}{5000}$ à $\frac{1}{15000}$ de manganèse métallique. Nous avons trouvé le premier nombre dans un mélange de Sologne, de Brie, d'Annonay et d'Odessa, le second dans un blé de Chasselay (Rhône).

» Quelle est la nature du ou des composés manganiques dans le blé? On doit distinguer : son, gluten, amidon et partie soluble dans l'eau.

» La plus grande partie du manganèse existe dans ce mélange à l'état de sel d'un acide organique. La cendre, infusible au rouge, est verte sans addition. Le carbonate de potasse et une seconde calcination augmentent la nuance, etc. Le gluten pur conserve du manganèse; sa partie soluble dans l'alcool n'en contient pas. Le son ne contient pas de manganèse. L'amidon n'en renferme pas non plus.

» Ainsi la partie soluble du blé, la mieux disposée pour l'assimilation, est presque la seule qui renferme du manganèse.

» Le seigle en renferme aussi de fortes proportions, l'ergot comme le grain naturel.

» Le riz de diverses provenances, l'orge, le blé noir (sarrasin) contiennent beaucoup de manganèse.

» On en trouve : dans la pomme de terre, très peu; dans la betterave, beaucoup; dans la carotte, à peu près autant; dans les lentilles, les pois, les asperges (plus dans la partie verte que dans la blanche), dans l'oseille, beaucoup; dans la chicorée sauvage, plus encore; dans la laitue, un peu moins; dans le persil, beaucoup; dans les fruits, pomme de reinette (pelure, parenchyme, pépins), dans le raisin, où il faut distinguer la pulpe et les pépins; ceux-ci n'en contiennent que des traces infiniment petites. Les

feuilles de vigne nouvelle sont assez riches. Les noyaux d'abricot, péricarpe et amande en renferment.

» La proportion du manganèse devient très grande dans le cacao (Caraque, Para, Guayaquil, Martinique), encore plus dans les cafés (Moka, Mysore, Java, Porto-Rico, Santos et Haïti). L'infusion aqueuse, faite à la manière ordinaire, renferme à peine le tiers du total; plus des deux tiers restent dans le marc épuisé.

» Le thé est le végétal qui nous en a offert le plus. Dans les $50^{gr}$ à $60^{gr}$ de cendre laissés par $1^{kg}$, il existe en moyenne $5^{gr}$ de manganèse métallique. L'infusion aqueuse renferme la plus grande partie; mais il en reste dans la feuille épuisée.

» Il existe des végétaux où l'on ne trouve point de manganèse. On peut les diviser en deux classes : les uns sans caractère chimique extraordinaire, tels que oranges, citrons, etc., les autres contenant des composés sulfhydriques ou sulfocyanhydriques, comme l'ail, l'oignon, etc.

» En dehors des végétaux alimentaires, nous devons citer le *tabac* comme un des plus riches en manganèse [Kentucky, Virginie, Brésil, Java, Nord et Gironde ([1])], les trois américains surtout.

» Le thé, le tabac peuvent servir, dans un cours, à montrer le caméléon minéral. La cendre du thé, verte comme un bel oxyde de chrome, sans auxiliaire, donne une solution verte, devenant très rouge par l'eau ou l'acide azotique, etc.; $2^{gr}$ suffisent.

» Nous avons trouvé du manganèse dans la luzerne, le sainfoin, l'avoine, le cumin, les graines du néflier du Japon (cultivé à Monaco), les feuilles de rosier, de lilas, de vigne vierge, de caoutchouc, de yucca.

» Les plantes médicinales renferment du manganèse; il en existe beaucoup dans les quinquinas : jaune (*Calisaya*), rouge (*Succirubra*), gris (*Huanuco*), ce dernier surtout. La graine de moutarde blanche (avec carbonate de potasse), le lichen (*Roccella tinctoria*) en contiennent. La fraise en offre, non dans le réceptacle, mais dans la graine.

» Enfin les plantes marines elles-mêmes contiennent du manganèse. Le varech (*Fucus serratus*), puissant pour absorber l'iode, ne l'est pas moins pour le métal.

» Nous absorbons continuellement du manganèse; que devient-il? son assimilation ne peut être continue; combien de temps dure-t-elle? comment le métal est-il éliminé?

---

[1]) M. Duréault, directeur de la Manufacture de Lyon, a mis la plus grande obligeance pour nous procurer les moyens de faire une étude complète.

» Le sang n'en renferme pas toujours, on le sait; nous avons examiné le sang d'une femme en couches; ni le caillot, ni le sérum de 160gr ne nous en ont donné trace. On en trouve très peu dans le lait, un peu dans l'urine; les os nous en ont offert des traces; les cheveux de même (sur 4gr,5). La sueur doit en contenir; nous ne l'avons pas examinée, mais son analogie avec la partie soluble du suint des moutons, où nous avons trouvé, après M. Chevreul, des traces très appréciables de manganèse, doit le faire admettre.

» Mais c'est surtout la matière fécale qui entraîne la presque totalité du manganèse : la cendre, d'abord blanche, devient d'un vert intense par le carbonate de potasse, donne une solution verte, puis rouge, etc.

» On doit considérer le manganèse comme un accident parmi nos éléments constitutifs; nous le rejetons nettement du liquide vital, etc.

» La Médecine doit renoncer à l'emploi du manganèse comme succédané du fer; celui-ci pénètre dans le sang, non seulement sans résistance, mais avec faveur, et constitue l'une des bases du liquide vital. Le manganèse est un intrus dont le sang peut tolérer des traces, mais les rejette sans cesse, parce que le métal deviendrait nuisible s'il parvenait à s'y accumuler ou seulement à s'y maintenir.

» La Botanique fera servir la recherche du manganèse à des distinctions très nettes entre les plantes ou les parties d'une même plante, et, par conséquent, à des études fructueuses sur leur développement ou leur alimentation. M. Van Tieghem, dans son important Ouvrage, attribue au manganèse le douzième rang (le dernier) parmi les éléments de l'alimentation complète. On trouve dans ce qui précède les arguments d'une discussion profitable sur ces questions fondamentales.

» Dans une feuille, celle du chou, les nervures et le tissu foliacé qu'elles soutiennent offrent des différences incroyables. Le tissu laisse une cendre blanche infusible ne contenant pas trace de manganèse; les nervures donnent une cendre très fusible, où le manganèse existe en quantité très appréciable.

» Le thé, le café, le tabac paraissent exiger l'abondance du manganèse dans le sol où on les cultive. L'insuccès de leur culture dans certains terrains peut être attribué, sans doute, à l'absence ou à l'insuffisance du métal.

» En terminant, je dois faire observer l'intérêt qui s'attache à une calcination au rouge vif des cendres de toutes les matières où l'on veut chercher le manganèse. Ordinairement, on calcine à la plus basse température possible, on sait pourquoi; mais la cendre présente rarement ainsi la couleur du manganate qui révèle le manganèse. Par cette raison, le man-

ganèse a échappé dans le thé, le tabac, le blé, etc. Non seulement, il faut chauffer au rouge vif; mais il est bon d'ajouter *une goutte* de carbonate de potasse pur (par calcination du bicarbonate). »

M. **Otto Schier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Résolution de l'équation indéterminée $x^n + y^n = z^n$ en nombres rationnels, et examen de l'équation $a^n + b^n + . \; . + m^n = M^n$ ».

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. **P. Dupont** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Larrey, un Mémoire portant pour titre : « Statistique médicale de Rochefort en 1883 (30e année). »

(Renvoi à la Commission des prix de Statistique.)

Un **Anonyme** adresse, de Valence, une Communication relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

## CORRESPONDANCE.

M. **Péron** adresse ses remercîments à l'Académie pour la récompense dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le duc **de Broglie**, maire de la commune de Broglie et président de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres de Bernay, invite l'Académie à se faire représenter, le 14 septembre prochain, à l'inauguration d'un monument qui sera élevé, dans la commune de Broglie, à la mémoire d'*Augustin Fresnel*.

ASTRONOMIE. — *Sur l'aspect d'Uranus et l'inclinaison de son équateur.* Note de MM. **Paul** et **Prosper Henry**, présentée par M. Lœwy.

« Depuis les premiers jours de cette année, nous avons pu, chaque soir de très beau temps, constater, à l'aide de notre réfracteur de $0^m,38$ de l'Observatoire de Paris, l'existence sur Uranus de deux bandes grises, droites et parallèles, placées à peu près symétriquement de part et d'autre du centre de l'astre.

» Entre ces bandes se trouve une zone assez brillante, qui correspond vraisemblablement à la région équatoriale de la planète.

» Les deux pôles sont assez sombres; cependant le pôle supérieur (image renversée) a paru toujours plus lumineux que le pôle inférieur.

» Nous avons trouvé, à la suite d'un grand nombre de mesures, que la direction des bandes d'Uranus ne coïncidait pas avec la projection du grand axe de l'orbite apparente des satellites, mais formait avec lui un angle de 40°.

» Ainsi les angles de position observés sont : 56° pour les bandes et 16° pour la projection du grand axe aux mêmes époques.

» En admettant, comme il est permis de le faire, que l'équateur d'Uranus soit parallèle à ses bandes, et en tenant compte de la latitude de la Terre au-dessus du plan de l'orbite des satellites, qui, au moment des observations, était en moyenne de 9°, on trouve 41° environ pour l'angle compris entre les deux plans de l'équateur d'Uranus et de l'orbite des satellites. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions symétriques des différences des racines d'une équation.* Note de M. **J. Tannery**, présentée par M. Darboux.

« Dans deux Communications récentes (31 mars, 7 avril), M. Sylvester a mis en évidence ce fait bien intéressant que les fonctions symétriques entières des différences des racines de l'équation

$$(1)\qquad z^n + na_1 z^{n-1} + n(n-1)a_2 z^{n-2} + \ldots + n(n-1)\ldots 2.1 a_n = 0$$

étaient des fonctions entières des sommes $s_2, s_3, \ldots, s_n$ des carrés, des cubes, des $n^{\text{ièmes}}$ puissances des racines de l'équation

$$(2)\qquad \zeta^n + a_1 \zeta^{n-1} + a_2 \zeta^{n-2} + \ldots + a_n = 0.$$

L'élégante analyse de M. Sylvester, fondée sur la considération de l'équation aux dérivées partielles

$$(3)\qquad \frac{\partial\varphi}{\partial a_1} + a_1 \frac{\partial\varphi}{\partial a_2} + \ldots + a_{n-1} \frac{\partial\varphi}{\partial a_n} = 0,$$

ne fait pas ressortir immédiatement les relations algébriques qui existent entre les fonctions symétriques considérées et les quantités $s_2, s_3, \ldots, s_n$. On parvient à ces relations par la voie très élémentaire que voici :

» Si l'on fait disparaître son second terme, en posant $Z = z + a_1$, l'équa-

tion (1) devient

$$(4)\qquad Z^n + n(n-1)C_2Z^{n-2} + n(n-1)(n-2)C_3Z^{n-3} + \ldots = 0,$$

et l'on a

$$(5)\quad \begin{cases} a_2 = \dfrac{a_1^2}{1.2} + C_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ a_i = \dfrac{a_1^i}{1.2\ldots i} + C_2\dfrac{a_1^{i-2}}{1.2\ldots(i-2)} + C_3\dfrac{a_1^{i-3}}{1.2\ldots(i-3)} + \ldots + C_i, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

» Si l'on forme l'équation aux différences des racines, soit pour l'équation (1), soit pour l'équation (4), on a évidemment le même résultat; il résulte de là que les fonctions symétriques entières des différences des racines de l'équation (1) sont des fonctions entières des $n-1$ quantités $C_2$, $C_3$, ..., $C_n$, et tout revient à exprimer ces quantités au moyen de $s_2$, $s_3$, ..., $s_n$.

» A la place du système (5), je considère le système d'équations de même forme,

$$(5\,bis)\qquad a_i = \frac{a_1^i}{1.2\ldots i} + C_2\frac{a_1^{i-2}}{1.2\ldots(i-2)} + \ldots + C_i,$$

où $i$ prend les valeurs 2, 3, ..., $\infty$, et je lui adjoins le système

$$(6)\qquad s_i + a_1 s_{i-1} + a_2 s_{i-2} + \ldots + a_{i-1}s_1 + ia_i = 0,$$

où $i = 1, 2, \ldots, \infty$; entre les équations (5 *bis*) et (6), on peut éliminer les quantités $s_1, a_1, a_2, \ldots$ par l'artifice suivant.

» En ajoutant toutes les équations (5 *bis*) respectivement multipliées par $x^i$, puis en ajoutant $1 + a_1 x$ de part et d'autre, en ajoutant ensuite toutes les équations (6) respectivement multipliées par $x^{i-1}$, on trouve

$$(7)\qquad \begin{cases} f(x) = e^{a_1 x}\varphi(x), \\ [s_1 + \psi(x)]f(x) + f'(x) = 0, \end{cases}$$

où

$$f(x) = 1 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots,$$
$$\varphi(x) = 1 + C_2 x^2 + C_3 x^3 + \ldots,$$
$$\psi(x) = s_2 x + s_3 x^2 + s_4 x^3 + \ldots.$$

» Les équations (7) entraînent la suivante :

$$(8)\qquad \psi(x)\varphi(x) + \varphi'(x) = 0,$$

où ne figurent plus que les $s$ et les C; en égalant à zéro les coefficients des diverses puissances de $x$, on aura les relations cherchées

$$s_2 + 2C_2 = 0, \quad s_3 + 3C_3 = 0, \quad s_4 + C_2 s_2 + 4C_4 = 0, \quad \ldots$$

On obtient ces relations résolues, soit par rapport aux $s$, soit par rapport aux C, en résolvant l'équation (8), soit par rapport à $\psi(x)$, soit par rapport à $\varphi(x)$.

» Tout cela se relie à l'analyse de M. Sylvester, en remarquant que les équations (5), où l'on regarde les C comme des constantes, sont les intégrales des équations

$$\frac{da_2}{da_1} = a, \quad \frac{da_3}{da_1} = a_2, \quad \ldots, \quad \frac{da_n}{da_1} = a_{n-1},$$

qui correspondent à l'équation aux dérivées partielles (3). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Forme générale du reste dans l'expression d'une fonction au moyen d'autres fonctions.* Note de M. **Ch. Lagrange.**

« Je me suis proposé le problème suivant :

» $Fx$, $\varphi_1 x$, $\varphi_2 x$, ..., $\varphi_n x$ *étant des fonctions de* $x$, *trouver des coefficients constants* $a_0, a_1, \ldots, a_n$ *et un reste* R, *fonction de* $x$, *qui rendent exacte la relation*

$$(1) \qquad Fx = a_0 + a_1 \, \varphi_1 x + a_2 \, \varphi_2 x + \ldots + a_n \, \varphi_n x + R$$

*de* $x = a$ *à* $x = a + H$, *après avoir, d'ailleurs, fixé les conditions que doivent remplir les fonctions proposées pour qu'une telle relation soit possible.*

» *Solution.* — I. Soient $\varphi_0 x$, $\varphi_{n+1} x$ deux nouvelles fonctions de $x$; posons

$$(2) \qquad y_1 = Fx,$$

$$(3) \qquad y_2 = a_0 \, \varphi_0 x + a_1 \, \varphi_1 x + \ldots + a_n \, \varphi_n x + a_{n+1} \, \varphi_{n+1} x,$$

$a_0, a_1, \ldots, a_n, a_{n+1}$ étant des paramètres arbitraires, et déterminons ces $n+2$ paramètres par les $n+2$ conditions suivantes :

» 1° Que, pour $x = a$, on ait

$$y_1 = y_2, \quad y'_1 = y'_2, \quad y''_1 = y''_2, \quad \ldots, \quad y^n_1 = y^n_2;$$

» 2° Que, pour $x = a + h$ ($h \leqq H$), on ait de nouveau

$$y_1 = y_2,$$

$a_0, a_1, \ldots, a_{n+1}$ seront donnés par le système d'équations du premier degré

$$(\mathrm{A})\quad \begin{cases} \mathrm{F}a &= a_0\ \varphi_0 a + a_1\ \varphi_1 a + \ldots + a_n\ \varphi_n a + a_{n+1}\ \varphi_{n+1} a, \\ \mathrm{F}'a &= a_0\ \varphi_0' a + a_1\ \varphi_1' a + \ldots + a_n\ \varphi_n' a + a_{n+1}\ \varphi_{n+1}' a, \\ \mathrm{F}^n a &= a_0\ \varphi_0^n a + a_1\ \varphi_1^n a + a_n\ \varphi_n^n a + a_{n+1}\ \varphi_{n+1}^n a, \\ \mathrm{F}(a+h) &= a_0\ \varphi_0(a+h) + a_1\ \varphi_1(a+h) + \ldots \\ &\quad + a_n\ \varphi_n(a+h) + a_{n+1}\ \varphi_{n+1}(a+h) \quad (\alpha), \end{cases}$$

et seront, en dernière analyse, des fonctions de $a$ et de $h$. Dans ces équations, les $n$ premières dérivées des fonctions $\mathrm{F}x, \varphi_0 x, \ldots, \varphi_{n+1} x$ sont supposées finies et déterminées pour $x = a$, et ces fonctions elles-mêmes finies et déterminées pour $x = a$ et $x = a + h$; elles devront être telles que les valeurs de $a_0, a_1, \ldots, a_{n+1}$ données par (A) soient finies et déterminées. La résolution du système (A) sous la forme ordinaire donne, pour le coefficient général $a_\mu$,

$$(4)\qquad a_\mu = \frac{\left|\varphi_0^0 a\ \varphi_1' a\ \varphi_2' a\ \ldots\ \varphi_{\mu-1}^{\mu-1} a\ \mathrm{F}^\mu a\ \varphi_{\mu+1}^{\mu+1} a\ \varphi_n^n a\ \varphi_{n+1}^{0(a+\theta_0 h)} a\right|}{\left|\varphi_0^0 a\ \varphi_1' a\ \varphi_2'' a\ \ldots\ \varphi_{\mu-1}^{\mu-1} a\ \varphi_\mu^\mu a\ \varphi_{\mu+1}^{\mu+1} a\ \varphi_n^n a\ \varphi_{n+1}^{0(a+\theta_0 h)} a\right|}$$

$$(\mu = 0, 1, 2, \ldots, n+1), \quad \theta_0 = 1,$$

les indices supérieurs, entre lesquels se font les permutations dans les déterminants, désignant des dérivées et $0(a + \theta_0 h)$, où $\theta_0 = 1$, indiquant qu'il faut prendre la dérivée d'ordre zéro ou la fonction elle-même et y faire $x = a + \theta_0 h = a + h$ (cette notation est introduite pour établir la symétrie avec les notations ultérieures).

» II. Transportons, maintenant, dans l'expression (3) de $y_2$ les valeurs finies et déterminées (4) et considérons la nouvelle fonction

$$(5)\qquad \psi x = y_1 - y_2.$$

Les équations (A) pourront s'écrire

$$(\mathrm{A}')\quad \psi a = 0, \quad \psi' a = 0, \quad \psi'' a = 0, \quad \ldots, \quad \psi^n a = 0, \quad \psi(a+h) = 0.$$

Supposons, maintenant, que les fonctions $\mathrm{F}x, \varphi_0 x, \varphi_1 x, \ldots, \varphi_{m+1} x$ soient finies et continues, ainsi que leurs $\nu$ premières derivées, de $x = \mu$ à $x = a + h$ ($\nu \leqq n + 1$). Il en sera de même de

$$(5)\qquad \psi x.$$

Dès lors, on aura, en vertu d'un lemme connu [1] et des conditions (A'),

---

[1] Bertrand, *Calçul différentiel*, § 273.

la relation

$$(6)\qquad \psi^{\nu}(a+\theta_0\theta_1\theta_2\ldots\theta_\nu h)=0 \quad (\nu=0,1,2,\ldots,\nu),$$

$\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_\nu$ étant des nombres compris entre zéro et l'unité, relation qui peut aussi s'écrire

$$(7)\qquad \left\{\begin{aligned} &F^{\nu}(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)\\ &\quad = a_0\varphi_0^{\nu}(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)\\ &\qquad + a_1\varphi_1^{\nu}(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)+\ldots\\ &\qquad + a_{n+1}\varphi_{n+1}^{\nu}(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)\end{aligned}\right\} \quad (\nu=0,1,2,\ldots,\nu).$$

» III. Si, à la place de la dernière équation ($\alpha$) du système (A), on substitue, maintenant, l'équation (7), on voit que

$$(4)\qquad a_\mu$$

peut se mettre sous une forme nouvelle, celle qui résulterait de la résolution du système formé des $n+1$ premières équations (A) et de l'équation (7). Il suffit évidemment, pour l'obtenir, de changer, dans (4),

$$o(a+\theta_0 h) \quad \text{en} \quad \nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h),$$

ce qui donne

$$(8)\quad a_\mu = \frac{|\varphi_0^0 a\ \varphi_1' a\ \varphi_2'' a\ \ldots\ \varphi_{\mu-1}^{\mu-1} a\ F^{\mu} a\ \varphi_{\mu+1}^{\mu+1} a\ \ldots\ \varphi_n^n a\ \varphi_{n+1}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)}|}{|\varphi_0^0 a\ \varphi_1' a\ \varphi_2'' a\ \ldots\ \varphi_{\mu-1}^{\mu-1} a\ \varphi_\mu^{\mu} a\ \varphi_{\mu+1}^{\mu+1} a\ \ldots\ \varphi_n^n a\ \varphi_{n+1}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)}|} \quad \begin{aligned}&(\mu=0,1,2,\ldots,n,n+1),\\ &[\nu=0,1,2,\ldots,\nu,(\nu\leqq n+1)],\end{aligned}$$

$\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)$ indiquant qu'il faut prendre la dérivée $\nu^{\text{ième}}$ et y faire $x=a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h$ au lieu de $x=a$.

» IV. Soit maintenant $\varphi_{n+1}x$ une fonction telle que, pour $x=a$, on ait

$$(9)\qquad \varphi_{n+1}a=0,\quad \varphi_{n+1}'a=0,\quad \varphi_{n+1}''a=0,\quad \ldots,\quad \varphi_{n+1}^n a=0$$

[il y a une infinité de telles fonctions; la plus simple serait $(x-a)^{n+1}$]. Le déterminant dénominateur de (8) se réduira alors, évidemment, à

$$|\varphi_0^0 a\ \varphi_1' a\ \varphi_2'' a\ \ldots\ \varphi_n^n a\ |\ \varphi_{n+1}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)},$$

et le déterminant numérateur, pour $\mu=0,1,2,\ldots,n$, à

$$|\ \varphi_0^0 a\ \varphi_1' a\ \varphi_2'' a\ \ldots\ \varphi_{\mu-1}^{\mu-1} a\ F_\mu^{\mu} a\ \varphi_{m+1}^{m+1}\ |\ \varphi_{n+1}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)}.$$

On aura donc de $\mu=0$ à $\mu=n$,

$$(10)\qquad a_\mu = \frac{|\varphi_0^0 a\ \varphi_1' a\ \varphi_2'' a\ \ldots\ \varphi_{\mu-1}^{\mu-1} a\ F^{\mu} a\ \varphi_{\mu+1}^{\mu+1} a\ \ldots\ \varphi_n^n a|}{|\varphi_0^0 a\ \varphi_1' a\ \varphi_2'' a\ \ldots\ \varphi_{\mu-1}^{\mu-1} a\ \varphi_\mu^{\mu} a\ \varphi_{\mu+1}^{\mu+1} a\ \ldots\ \varphi_n^n a|}\,(\mu=0,1,2,\ldots,n),$$

et pour $\mu = n + 1$,

$$(11) \qquad a_{n+1} = \frac{| \varphi_0^0 a \;\; \varphi_1' a \;\; \varphi_2'' a \;\; \ldots \;\; \varphi_n^n a \;\; F^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)} |}{| \varphi_0^0 a \;\; \varphi_1' a \;\; \varphi_2'' a \;\; \ldots \;\; \varphi_n^n a \;|\; \varphi_{n+1}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)}} \quad (\nu = 0, 1, 2, \ldots, \nu).$$

En transportant (10) et (11) dans la dernière ($\alpha$) des équations (A), les coefficients du développement de $F(a+h)$, donné par cette équation, seront donc tous, à l'exception du dernier $a_{n+1}$, indépendants de $h$ (et de $\varphi_{n+1} x$).

» V. Si, maintenant, on pose $x = a + h$ et que l'on compare (1) à ($\alpha$), on voit, en récapitulant les conditions de la question, que : 1° si $Fx$, $\varphi_1 x$, $\varphi_2 x, \ldots, \varphi_n x$ et la fonction arbitraire $\varphi_{n+1} x$ sont, ainsi que leurs $\nu$ premières dérivées ($\nu \leqq n+1$), finies et continues de $x = a$ à $x = a + H$, les $n$ premières dérivées de $Fx$, $\varphi_1 x$, $\varphi_2 x, \ldots, \varphi_n x$ étant, d'ailleurs, finies et déterminées pour $x = a$, et $\varphi_{n+1} x$ étant nulle, ainsi que ses $n$ premières dérivées pour $x = a$; 2° si, de plus, les expressions (10) et (11) où l'on fera $\varphi_0 x = 1$ sont finies et déterminées, la relation (1) aura lieu de $x = a$ à $x = a + H$, les $n + 1$ coefficients constants $a_0, a_1, \ldots, a_n$ étant donnés par (10) où $\varphi_0 x = 1$ et le reste R ayant pour expression

$$(12) \quad R = \frac{| \varphi_0^0 a \;\; \varphi_1' a \;\; \ldots \;\; \varphi_n^n a \;\; F^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)} |}{| \varphi_0^0 a \;\; \varphi_1' a \;\; \ldots \;\; \varphi_n^n a \;|\; \varphi_{n+1}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)}} \varphi_{n+1} x \, (\nu = 0, 1, 2, \ldots, \nu) \quad (\varphi_0 x = 1).$$

Il y a alors $\nu + 1$ formes du reste.

» L'application de ces formules à la série de Taylor donne précisément les résultats connus. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle machine dynamo-électrique*. Note de MM. **A. Damoiseau** et **G. Petitpont**, présentée par M. A. Cornu.

« L'importance que présente, au point de vue du rendement, la réduction au minimum de la quantité de travail converti en chaleur dans les fils des machines dynamo-électriques, est trop évidente pour qu'il soit nécessaire d'y insister.

» Comme la production d'un champ magnétique donné avec un électro-aimant de dimensions données nécessite toujours la même dépense, on ne peut songer à opérer cette réduction sur les inducteurs. L'induit seul peut se prêter à des modifications qui permettent d'obtenir une force électromotrice plus élevée dans une égale longueur de fil parcouru par le courant.

» La disposition que nous avons imaginée dans ce but est la suivante : elle s'applique aux machines du genre Pacinotti, Gramme, Hefner-Alteneck, Siemens. Les épanouissements des pôles inducteurs sont supprimés et ces pôles sont rapprochés l'un de l'autre de façon à n'influencer qu'une portion de l'anneau, le quart ou le huitième par exemple. Le courant est alors recueilli en trois points du collecteur, l'un sensiblement au milieu de la partie correspondant à la portion de l'anneau influencée, les deux autres de part et d'autre de chaque pôle.

» Dans ces conditions, si l'on excite les inducteurs par une source extérieure, l'anneau tournant dans le sens des balais $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, on remarque qu'à circuit ouvert la différence de potentiel entre $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ reste la même. Mais si l'on ferme les deux circuits sur des résistances égales et graduellement décroissantes, $\alpha\beta$ devient prépondérant, et cela dans une proportion très notable, près de moitié. Si l'on rend la résistance sur $\alpha\beta$ plus faible, la différence s'accentue encore. Si l'on diminue, au contraire, la résistance sur $\gamma\beta$, on s'aperçoit, en tenant compte de la perte due à la résistance intérieure, que le rapport des forces électromotrices ne varie pas sensiblement. L'intensité du courant qui circule entre $\alpha$ et $\beta$ diminue la force électromotrice en $\gamma\beta$, sans que la réciproque se produise sensiblement. Les différences de potentiel développées aux deux balais extrêmes, quoique atteignant parfois des valeurs considérables (plus de 100 volts dans une machine actuellement construite), ne donnent lieu, dans la partie inactive de l'anneau, qu'à un courant d'une intensité pratiquement négligeable.

» On peut donc utiliser, par exemple, le courant $\gamma\beta$ pour exciter les inducteurs, et l'on obtient une machine qui se comporte à peu de chose près comme si elle était excitée en dérivation et qui donne, toutes choses égales d'ailleurs, à vitesse linéaire égale et à égale longueur de fil parcouru par le courant, une force électromotrice plus élevée de plus d'un tiers de ce qu'on obtient avec les meilleures machines actuelles.

» Nous avons construit un modèle dont l'anneau en forme de disque porte $3^{kg},200$ de fil de $1^{mm},2$ et les électro-aimants $18^{kg}$ de fil de $1^{mm},6$. Les surfaces polaires ont seulement $56^{cq}$ pour chaque pôle et attaquent l'anneau sur ses deux faces. La longueur du fil compris entre deux balais n'est que de $45^{m}$. Avec les électro-aimants réunis deux par deux en surface, on obtient à 690 tours $11^{amp},7$ et $64^{volts},5$ aux bornes. A 1854 tours on obtient 207 volts à circuit ouvert et à 1900 tours 180 volts aux bornes et $23^{amp},5$ sur une résistance de $7^{ohms},5$ environ. Le rendement électrique est de 0,763 dans ces conditions, où la machine produit plus de 200 watts

par kilogramme de fil enroulé, ce qui représente à peu près un travail double de ce que produisent les machines actuelles avec un rendement plutôt inférieur (0,71, 0,677, 0,684, rendements des machines IV, V, VI des expériences du Comité de l'Exposition de 1881). »

CHIMIE. — *Sur la perméabilité de l'argent pour le gaz oxygène.* Note de M. L. Troost, présentée par M. Debray.

« Le platine et le fer se laissent traverser au rouge vif par le gaz hydrogène, ainsi que nous l'avons établi depuis longtemps, H. Sainte-Claire Deville et moi ([1]). Cette propriété paraît liée à celle que possède l'hydrogène de se dissoudre dans ces métaux ou de former avec eux des composés très peu stables et, par suite, facilement dissociables ([2]).

» L'argent fondu qui a dissous du gaz oxygène ne laisse pas dégager tout ce gaz au moment de sa solidification; Dumas a démontré qu'une partie de cet oxygène est retenue par l'argent revenu à la température ordinaire. Il a constaté que, pour l'en extraire par le vide ([3]), il faut chauffer le métal à une température de 500° à 600°.

» J'ai pensé que l'argent solide ayant, d'après ces expériences, la propriété de retenir l'oxygène à l'état de dissolution ou de combinaison, devrait, à une température convenablement élevée, être perméable pour le gaz oxygène, comme le platine et le fer le sont pour le gaz hydrogène.

» Afin d'établir cette perméabilité de l'argent, j'ai fait emboutir un tube en argent pur, ayant $0^{m},01$ de diamètre intérieur, et dont la paroi avait $1^{mm}$ d'épaisseur. Ce tube était chauffé sur une longueur d'environ $0^{m},10$ dans un moufle en fer, garni intérieurement d'un cylindre de platine et plongeant dans la vapeur du cadmium en ébullition.

» En faisant passer dans le moufle un courant lent d'oxygène, la surface extérieure du tube d'argent se trouvait dans une atmosphère d'oxygène, pendant que le vide était maintenu à l'intérieur à l'aide d'une pompe de Sprengel.

» Dès que le cadmium est entré en ébullition, on a constaté que l'oxy-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LVI, p. 977, et t. LVII, p. 966.

([2]) M. Berthelot a démontré que l'hydrogène se combine avec le platine en dégageant de la chaleur et forme des composés très peu stables, tels que $Pt^{60}H^{3}$ et $Pt^{60}H^{2}$ (*Annales de Ch. et de Ph.*, 5e série, t. XXX, p. 530).

([3]) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 65.

gène traversait lentement la paroi d'argent, et l'on a recueilli $6^{cc},1$, ce qui correspond à $1^{lit},700$ pour une surface chauffée de $1^{mq}$.

» Dans d'autres expériences, on a remplacé le courant d'oxygène par un courant d'air; on a constaté qu'il y avait encore passage de l'oxygène à travers la paroi d'argent; le gaz recueilli était de l'oxygène ne contenant qu'une trace d'azote, mais la vitesse de transfusion était naturellement diminuée; on a recueilli par heure $3^{cc},2$, ce qui correspond à $0^{lit},890$ pour une surface chauffée de $1^{mq}$.

» Ce premier tube d'argent a été ensuite remplacé par un autre tube de même métal ayant même diamètre intérieur, mais dont la paroi avait une épaisseur moitié moindre [1].

» Dans les expériences faites avec ce nouveau tube, la vitesse de transfusion du gaz fut, comme on devait s'y attendre, notablement augmentée. Cette vitesse se trouva portée à $12^{cc}$ par heure (ce qui correspond à $3^{lit},330$ pour une surface chauffée de $1^{mq}$) quand l'atmosphère extérieure était formée d'oxygène pur; elle était de $5^{cc},9$ (soit $1^{lit},640$ pour une surface chauffée de $1^{mq}$) quand l'atmosphère extérieure était formée par de l'air.

» Pour obtenir le passage de l'oxygène à travers la paroi du tube d'argent, il n'est pas indispensable d'y faire le vide; on peut faire circuler à l'intérieur du tube un courant très lent d'un autre gaz, comme l'acide carbonique, facile à séparer par la potasse.

» Dans ces conditions, il a passé $3^{cc}$ par heure (soit $0^{lit},835$ pour une surface de $1^{mq}$) quand l'atmosphère extérieure était formée d'oxygène pur, et $2^{cc},3$ (soit $0^{lit},640$ pour une surface de $1^{mq}$) quand cette atmosphère était constituée par de l'air [2].

» On obtiendrait dans toutes ces déterminations des vitesses de transfusion plus considérables si l'on diminuait encore l'épaisseur de la paroi d'argent.

» Des expériences directes, dans lesquelles on remplaçait l'atmosphère extérieure d'oxygène ou d'air par une atmosphère d'un autre gaz, en fai-

---

(1) Pour éviter toute déformation du tube sous la pression atmosphérique, lorsqu'à la température du rouge on y ferait le vide, on avait eu la précaution d'y introduire une forte spirale de platine et l'on ne faisait le vide qu'à $5^{cm}$ dans le tube préalablement rempli d'acide carbonique.

(2) On peut également constater le passage de l'oxygène à travers la paroi du tube d'argent à des températures notablement moins élevées : à la température d'ébullition du sélénium, le passage de l'oxygène à travers la paroi d'argent est déjà sensible, quoiqu'il s'effectue avec une extrême lenteur.

sant le vide à l'intérieur, m'ont démontré que, dans le moufle chauffé par la vapeur de cadmium, l'acide carbonique traversait la paroi d'argent de $0^{mm},5$ d'épaisseur avec une vitesse qui n'était que de $0^{cc},4$ par heure.

» L'oxyde de carbone n'avait qu'une vitesse de $0^{cc},1$ par heure.

» L'azote n'avait qu'une vitesse de moins de $0^{cc},1$ par heure.

» La perméabilité de l'argent pour l'oxygène montre qu'il est nécessaire de prendre des précautions spéciales dans l'emploi des pyromètres à air à réservoir d'argent.

» L'extrême lenteur du passage de l'azote à travers la paroi d'argent, comparée à celle avec laquelle passe le gaz oxygène, indique qu'en augmentant convenablement la surface d'un réservoir à paroi d'argent peu épaisse, on pourrait peut-être un jour utiliser cette propriété pour obtenir l'oxygène. On augmenterait, par exemple, considérablement la surface du réservoir, tout en lui conservant un petit volume, en remplaçant la forme tubulaire par celle d'un sac rectangulaire aplati et enroulé en hélice. Un semblable appareil, porté à des températures qui peuvent rester inférieures à 800°, et mis en contact, extérieurement avec l'air et intérieurement avec le vide ou avec un courant très lent d'acide carbonique, donnerait un procédé direct pour extraire l'oxygène de l'air atmosphérique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du sulfure de cuivre sur le sulfure de potassium.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« Quand on introduit du protosulfure de cuivre CuS, précipité et encore humide, dans une solution concentrée et froide de monosulfure de potassium, la liqueur se colore en jaune orangé, et, au bout de quelques heures, le précipité est changé en cristaux. Ce sont, suivant les circonstances, des lames à quatre ou à huit pans, transparentes quand elles sont très minces en laissant passer une lumière rouge foncé, ou bien de longues aiguilles minces et fines, très brillantes, à reflets verdâtres chatoyants. Quand on opère à la température de l'ébullition, le sulfure métallique se change presque instantanément en une masse volumineuse et feutrée qui remplit toute la liqueur; elle est constituée par des aiguilles très fines, de couleur bronzée et d'aspect métallique. Tous ces cristaux ont la même composition exprimée par la formule $4Cu^2S, KS$.

» Si la liqueur alcaline ne dépasse pas un certain degré de concentration, le sulfure amorphe CuS ne s'y transforme pas en cristaux, même après un contact de plusieurs mois. On voit qu'il se passe ici quelque chose d'ana-

logue à ce que nous avons constaté avec le sulfure de mercure, mais il y a tout d'abord dédoublement du sulfure CuS, en soufre et en sulfure $Cu^2S$ qui s'unit au sulfure alcalin. On a

$$6 CuS \text{ sol.} + KS \text{ dissous} = 3 Cu^2S \text{ sol.} + KS^4 \text{ dissous} + 2^{Cal},3.$$

Le nombre 2,3 n'est qu'approché, car il peut se former un sulfure moins riche en soufre que le composé $KS^4$, et, d'autre part, on n'emploie pas des solutions étendues, et l'on ne tient pas compte de la chaleur de combinaison du sulfure $Cu^2S$ avec le sulfure alcalin; mais on voit que, la réaction étant faiblement exothermique, la concentration de la liqueur peut jouer un rôle considérable et changer le signe de la variation de chaleur; on se rend ainsi compte de ce fait qu'au-dessous d'un certain degré de concentration le sulfure CuS ne se décompose pas, et la combinaison cristallisée ne se produit plus.

» Il est facile de constater par l'expérience ce dédoublement du sulfure CuS. Si l'on prend une solution de monosulfure de potassium pur, elle est incolore et ne donne avec les acides étendus qu'un imperceptible dépôt de soufre qui la rend à peine opaline; cette même liqueur, après avoir été mise en contact avec du sulfure de cuivre et après la transformation de ce dernier, est devenue rouge orangé, comme les polysulfures alcalins; étendue d'eau et traitée par ces acides, elle donne alors un dépôt laiteux de soufre qui se rassemble en grumeaux lorsqu'on la fait bouillir. Or, d'une part, le sulfure double $4Cu^2S, KS$ est très peu soluble; une liqueur renfermant $100^{gr}$ d'eau et $500^{gr}$ de monosulfure de potassium retient à peine $5^{gr}$ de sulfure $Cu^2S$ dissous à la température ordinaire; d'autre part, il n'est pas possible d'admettre que le sulfure précipité CuS est, comme l'avait pensé M. Thomson, un mélange de soufre et de sous-sulfure $Cu^2S$; si en effet nous prenons une liqueur incapable de déterminer la formation des cristaux, et qu'après l'avoir séparée en deux parties égales nous mettions l'une d'elles en contact avec un certain poids de soufre, et l'autre en digestion avec une quantité de sulfure précipité CuS, capable d'abandonner le même poids de soufre en devenant $Cu^2S$, on trouve qu'au bout de quelques jours tout le soufre s'est dissous dans la première liqueur, qui a pris la teinte des polysulfures; la seconde partie, au contraire, après une coloration jaune clair, ne précipite pas de soufre quand on la traite par un acide étendu, et l'analyse montre qu'elle est formée de monosulfure alcalin tenant en dissolution une très faible quantité de cuivre; ce sulfure CuS ne peut donc être considéré comme un mélange de sulfure $Cu^2S$ avec du soufre, qui se serait dissous dans ces circonstances.

» Ainsi une solution concentrée de monosulfure alcalin décompose le sulfure CuS en $Cu^2S$ et soufre, la chaleur de formation du polysulfure alcalin dépassant dans ces circonstances celle du protosulfure de cuivre, et le sulfure $Cu^2S$ formé s'unit à du sulfure de potassium pour donner un sulfure double cristallisé. Dans une liqueur étendue, au contraire, la chaleur de formation du sulfure CuS l'emporte sur celle du polysulfure alcalin et, conformément au principe du travail maximum, la décomposition du sulfure CuS n'a pas lieu; celui-ci peut rester indéfiniment dans la liqueur, sans donner lieu à la formation de cristaux, puisqu'il ne se produit pas de sous-sulfure $Cu^2S$.

» Le sulfure double $4Cu^2S, KS$ peut aussi être obtenu directement en partant du métal. Si l'on plonge une lame de cuivre dans une solution concentrée et froide de monosulfure de potassium, elle se ternit au bout de quelques heures, puis on la voit se recouvrir de belles aiguilles brillantes qui augmentent peu à peu. Mais, si l'on opère dans un vase fermé, les cristaux cessent de s'accroître au bout de quelques jours, et les choses restent indéfiniment en cet état, quelle que soit la durée de l'expérience. La réaction qui a eu lieu tout d'abord, puis qui s'est arrêtée, est due à l'oxygène dissous dans la liqueur ou renfermé dans l'atmosphère du flacon; il s'est formé d'abord du sulfure CuS et de la potasse (celle-ci en trop faible proportion pour réagir sur le sulfure produit) :

$$\mathrm{KS\ dissous} + \mathrm{O} + \mathrm{Cu} = \mathrm{KO\ dissoute} + \mathrm{CuS\ solide} + 31^{\mathrm{Cal}},2.$$

» A mesure qu'il se produit, le sulfure CuS se dédouble en $Cu^2S$, qui cristallise en formant le composé $4Cu^2S, KS$, et en soufre, qui devient polysulfure, puis la réaction s'arrête quand tout l'oxygène a disparu. A ce moment, cependant, le polysulfure alcalin formé agit encore sur le cuivre et donne une nouvelle quantité de sulfure double $4Cu^2S, KS$; en effet, la liqueur, une fois la réaction terminée, est parfaitement incolore, et il suffirait d'une très faible proportion de polysulfure pour lui donner une teinte jaune orangé caractéristique; d'ailleurs la réaction

$$\mathrm{KS^4\ dissous} + 6\mathrm{Cu} = 3\mathrm{Cu^2S} + \mathrm{KS\ dissous} + 27^{\mathrm{Cal}},7$$

est fortement exothermique.

» On vérifie aisément, du reste, que l'attaque du cuivre est bien due à l'oxygène en opérant avec une liqueur privée d'air et dans une atmosphère dépourvue de ce gaz. Dans ces conditions, le cuivre peut être mis en contact pendant plusieurs mois avec une solution même saturée de monosul-

fure alcalin, sans être altéré et sans perdre son éclat. Quand la liqueur alcaline renferme de l'air, mais qu'elle est trop étendue pour dédoubler le sulfure de cuivre CuS, l'attaque du métal a lieu encore, tant qu'il y a de l'oxygène libre dans l'atmosphère du flacon, mais le composé double $4Cu^2S, KS$ ne se forme plus, et il se dépose simplement à la surface de la lame métallique un enduit noir, constitué par des petites écailles cristallines de protosulfure de cuivre CuS. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité de quelques sels halogènes.* Note de M. **A. Etard**, présentée par M. Cahours.

« Pour le bromure de sodium, les points que j'ai obtenus en prolongeant le graphique pris par Kremers entre 0° et 120° se trouvent d'accord avec les résultats de cet auteur. La solubilité de — 20° à + 40° est donnée par la formule $S = 40 + 0,1746.t$. Dans une certaine étendue de l'espace compris entre 40° et 50°, la droite change de direction, et entre 50° et 150°, on a pour la solubilité $S = 52,3 + 0,0125.t$.

» Si dans une solution saturée on exprime en molécules le rapport existant entre le sel anhydre et l'eau, on obtient, pour la grande majorité des sels nettement solubles, des nombres fort comparables à ceux que donnent les sels hydratés solides, comme s'il s'agissait là d'hydrates fondus. Pour le bromure de sodium ci-dessus, à — 20°, le sel anhydre est à l'eau comme $NaBr : 8H^2O$; à +40°, on a $NaBr : 5,5H^2O$. Ainsi, à l'accroissement de solubilité $S = 40 + 0,1746.t$ correspond une diminution d'eau de saturation passant de $8H^2O$ à $5,5H^2O$. De même, de 50° à 150°, quand la solubilité est $S = 52,3 + 0,0125.t$, l'eau de saturation passe de $4,5H^2O$ à $4,3H^2O$, la solution conservant dans ce grand intervalle de 100° une composition presque constante et correspondant à peu près à $2NaBr, 9H^2O$, formule arbitraire sur laquelle il n'y a pas à insister.

» La droite de solubilité de NaBr change de direction vers 50°, point où dans l'air l'hydrate connu $NaBr, 2H^2O$ perd son eau de cristallisation.

» *Iodure de sodium.* — Lignes de Kremers prolongées. De 0° à 80°, $S = 61,3 + 0,1712.t$, correspondant aux rapports moléculaires extrêmes $NaI : 5H^2O$; $NaI : 3H^2O$. De 80° à 160°, $S = 75 + 0,0258.t$ et $NaI : 3H^2O$; $NaI : 2H^2O$. Au-dessous de zéro la solubilité, d'après deux expériences, m'a paru diminuer très rapidement. Les sels $NaBr, 2H^2O$; $NaI, 2H^2O$, en tant qu'hydrates, donneraient, selon M. de Coppet, une ligne courbe. L'expérience m'a montré que le changement de direction des droites de solubilité, dans

le voisinage du petit espace où se fait la transformation des hydrates, ne peut être pris pour une courbure à concavité tournée vers l'axe des $x$ que lorsque les tracés ne sont pas assez prolongés.

» Jusqu'à présent on n'a signalé aucun hydrate de KCl, KBr, KI; cela ne démontre pas la non-existence de ces hydrates dans l'air et encore moins au sein de l'eau. Ce qui est certain, c'est que, pour deux des sels précités, les droites de solubilité présentent des perturbations en tout point comparables à celles fournies par les hydrates.

» *Chlorure de potassium.* — La solution saturée se congèle vers $-9^{\circ}$. De ce point à $110^{\circ}$, $S = 20,5 + 0,1445.t$ avec $KCl : 15H^2O$; $KCl : 6H^2O$. Je n'ai pas vérifié la formule au delà de $110^{\circ}$.

» *Bromure de potassium.* — La courbe de Kremers est formée de deux droites. De $0^{\circ}$ à $40^{\circ}$, $S = 34,5 + 0,2420.t$, et de $30^{\circ}$ à $120^{\circ}$, $S = 41,5 + 0,1378.t$. Selon M. de Coppet (*Annales de Chimie et de Physique*, 1884), le sel étant anhydre, sa solubilité est une droite. En raison de ce désaccord des auteurs, j'ai repris la solubilité de KBr dans des limites plus étendues. De $-12^{\circ}$ à $+165^{\circ}$, la nouvelle courbe se confond avec celle de Kremers. De plus, les nombres très exacts publiés par M. de Coppet permettent de construire cette même courbe avec beaucoup plus d'exactitude que la droite moyenne unique de l'auteur.

» Rapports moléculaires : à $-12^{\circ}$, $KBr : 13H^2O$; à $30^{\circ}$, $KBr : 11H^2O$; à $120^{\circ}$, $KBr : 5H^2O$.

» *Iodure de potassium.* — Selon M. de Coppet et mes expériences, cette solubilité est représentée par une droite de $0^{\circ}$ à $100^{\circ}$. J'ai pris cette solubilité jusqu'à $165^{\circ}$, et l'on a $S = 55,8 + 0,122.t$. A $0^{\circ}$, $Ki : 7H^2O$; à $120^{\circ}$, $KI : 3,7H^2O$. D'après le graphique de M. de Coppet, la droite subsiste au-dessous de zéro; d'après mes déterminations et aussi d'après les chiffres de cet auteur, au contraire, la droite s'infléchit comme dans le cas de KBr. J'ai établi ce fait par trois séries d'expériences.

» Les courbes des six sels halogènes décrits jusqu'à présent sont presque parallèles.

» *Chlorure de calcium.* — On ne trouve pas dans les auteurs de documents relatifs à cette solubilité ni à celle des autres sels halogènes alcalino-terreux, excepté $BaCl^2$ et $SrCl^2$. La solubilité de l'hydrate cristallisé $CaCl^2, 6H^2O$, de $-18^{\circ}$ à $+6^{\circ}$, est telle, que la teneur de la solution en sel anhydre est donnée par la formule $S = 32 + 0,2148.t$. $CaCl^2 : 13H^2O$; $CaCl^2 : 10H^2O$. De $6^{\circ}$ à $48^{\circ}$, il se produit une modification de la courbe

en forme de S et de 50° à 170°, dans un intervalle de 120°, la solubilité est $S = 54,5 + 0,0755 . t$.

» Dans le cas du chlorure de calcium cristallisé, on peut comparer à divers intervalles de température l'altération de la droite, et la décomposition ne se fait pas brusquement en un point, comme dans le cas connu du sulfate de soude de Löwel.

» Jusqu'à + 6°, la recristallisation de la solution saturée se fait avec la plus grande facilité; il en est à peu près de même jusqu'à 40°, point de fusion de l'hydrate; au delà, il devient de plus en plus difficile de faire cristalliser les solutions qui restent longtemps sursaturées.

» L'idée que l'on peut se faire de la solubilité normale, selon une droite, comme étant une dissociation par perte d'eau, progressant selon une loi fixe avec la température, paraît en contradiction avec le fait de l'existence d'une grande quantité d'eau dans la solution. Le chlorure de calcium permet de faire une expérience curieuse, montrant que dans une solution saturée toute l'eau est utilisée, et que cette solution, comme certaines combinaisons, peut être déshydratante. On sait que le chlorure de cobalt devient bleu à chaud ou par l'action des déshydratants; le sel de nickel devient de même jaune. Or si, à froid, l'on traite quelques gouttes de ces solutions par un excès de solution froide de chlorure de calcium cristallisé saturée, les liqueurs deviennent instantanément bleues ou jaunes. Le chlorure de magnésium a la même action, que n'a pas le chlorure de zinc saturé, réputé cependant plus avide d'eau. Il y a évidemment des doubles décompositions de solutions saturées indépendantes des hydrates définis qu'elles contiennent. La solution saturée froide de chlorure de calcium apporte encore une preuve à l'appui de cette manière de voir : les chlorures de baryum et de strontium dissous sont précipités d'une façon si complète par la solution de $CaCl^2, 6H^2O$, qu'on n'en retrouve pas dans la liqueur. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur quelques substances colloïdales.* Note de M. **E. Grimaux**, présentée par M. Friedel.

« *Liqueur de Schweizer.* — M. Peligot a montré que la liqueur de Schweizer, préparée suivant ses indications par l'action de l'ammoniaque sur la tournure de cuivre, est un mélange d'azotite de cuivre ammoniacal

cristallisable et d'oxyde de cuivre ammoniacal, ce dernier possédant seul la propriété de dissoudre la cellulose [1].

» Quand on soumet cette liqueur à la dialyse dans un vase poreux, on constate que l'oxyde de cuivre ammoniacal est un corps colloïdal. Les premiers jours il passe une grande quantité de sel bleu dans l'eau extérieure du dialyseur, en même temps que l'excès d'ammoniaque, puis, après six ou sept jours, elle ne renferme pas trace de cuivre. Le vase poreux retient un liquide bleu formé d'oxyde de cuivre ammoniacal et qui résiste absolument à la dialyse.

» Ce corps présente en outre les autres caractères des colloïdes; il précipite des flocons gélatineux d'hydrate de cuivre par l'addition d'eau distillée; la décomposition est totale avec $5^{vol}$ à $6^{vol}$ d'eau; avec $1^{vol}$ à $2^{vol}$ d'eau, elle n'est que partielle.

De très petites quantités de sulfate de magnésie, de sulfate de chaux, de sulfate d'alumine, de sulfate de cuivre ou d'acide acétique très dilué précipitent cette solution; le chlorure de sodium et le sulfate de potasse sont sans action. Elle précipite également de l'hydrate de cuivre par l'action d'une température de 40° à 50°, mais le précipité n'est pas permanent; il se redissout lentement par le refroidissement. C'est donc une véritable dissociation, amenée par la chaleur, en oxyde de cuivre et ammoniaque.

» Les solutions de cellulose dans le réactif de Schweizer sont, comme on le sait, d'une couleur bleu très foncé et constituent des liquides opaques que la lumière traverse difficilement. M. Levallois a rencontré cette difficulté en cherchant à déterminer le pouvoir rotatoire de la cellulose en solution. La dialyse permet d'obvier à cet inconvénient; après trois ou quatre jours de dialyse, tout l'azotite de cuivre ammoniacal dont la présence rend la liqueur si foncée a passé dans l'eau extérieure, avec l'excès d'ammoniaque. La solution de cellulose est moins colorée; par addition d'eau, elle donne un précipité gélatineux de cellulose que quelques gouttes d'ammoniaque redissolvent en formant un liquide peu coloré et parfaitement transparent.

» La dialyse ne doit pas être poussée trop loin : peu à peu, en effet, la diffusion décompose l'azotate de cuivre ammoniacal, l'ammoniaque est entraînée dans l'eau extérieure, et l'on trouve, dans le vase poreux, une gelée ferme, d'une couleur bleu foncé, qu'on sépare facilement de l'eau mère par lavage.

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXIII, p. 343; 1861.

» Cette gelée, combinaison ou laque, d'oxyde de cuivre et de cellulose, ne se dissout pas dans l'ammoniaque, qui lui enlève simplement l'oxyde de cuivre.

» *Uréides pyruviques condensées.* — Quand on fait réagir à 100° un excès d'acide pyruvique sur l'urée ou qu'on chauffe à 150° les uréides pyruviques cristallisées, on obtient des poudres blanches qui se dissolvent dans les alcalis en donnant des solutions colloïdales, ainsi que je l'ai montré dans mes recherches sur les uréides de l'acide pyruvique. J'ai repris dernièrement l'étude de ces corps. Leurs solutions ammoniacales par évaporation dans le vide se prennent en gelées, puis se dessèchent en plaques cornées, translucides. Quand on évapore les solutions au bain-marie, elles se prennent, par le refroidissement, en gelées fermes et transparentes, ressemblant absolument à la gélatine. Il suffit de 5 pour 100 d'uréide pyruvique pour former gelée.

» Ces solutions concentrées donnent des précipités gélatineux avec tous les acides, avec le chlorure de sodium, le sulfate de potasse, l'eau de chaux, l'eau de baryte, les sels alcalino-terreux et les sels métalliques.

» Les solutions ammoniacales, aussi bien que les solutions sodiques, sont transformées en gelée par *l'action d'un courant de gaz carbonique,* et le *mélange redevient limpide sous l'influence d'un courant d'air.*

» Malgré ces analogies, les uréides pyruviques condensées diffèrent absolument des colloïdes de l'organisme; elles résistent à l'action de l'acide azotique bouillant.

» *Colloïde amido-aspartique.* — L'anhydride aspartique, comme je l'ai indiqué, donne une substance colloïdale quand on le chauffe à 125° avec de l'urée, qu'on reprend par l'eau et qu'on enlève l'excès d'urée par la dialyse. On peut obtenir de même un colloïde en dirigeant à 150° un courant de gaz ammoniac sur l'anhydride aspartique.

» Le produit repris par l'eau donne des gelées par évaporation dans le vide ou au bain-marie, gelées qui, par la dessiccation, se transforment en plaques amorphes et cornées. Il donne des précipités volumineux avec l'eau de baryte, le bichlorure de calcium, l'acide acétique, l'acide azotique. Le précipité formé par l'acide azotique se dissout à chaud et est reformé par l'addition d'eau. Le chlorure de sodium ne précipite que faiblement à froid, plus abondamment à chaud. Avec le sulfate de magnésie, quelques gouttes donnent à froid un précipité qui disparaît par une douce chaleur, et se forme de nouveau à l'ébullition pour devenir permanent.

» Ce colloïde est facilement hydraté et transformé en un corps qui ne

donne plus de précipité; il suffit de le dissoudre dans l'ammoniaque aqueuse pour avoir des solutions que rien ne précipite. Il présente, comme le colloïde uréo-aspartique et l'anhydride aspartique lui-même, la propriété de donner, avec les sels de cuivre, un dérivé qui se dissout dans la potasse en offrant une teinte violet rose, absolument semblable à celle des albuminoïdes, dites de biuret.

» *Silice soluble.* — Graham a obtenu la silice soluble en soumettant à la dialyse le produit de l'action de l'acide chlorhydrique sur une solution étendue de silicate de soude. Mais il n'est pas besoin d'avoir recours à la dialyse pour préparer des solutions de silice pure; il suffit de saponifier par l'eau le silicate de méthyle de MM. Friedel et Crafts, en faisant bouillir $8^{gr}$ de cet éther au réfrigérant ascendant avec $200^{gr}$ d'eau et concentrant la liqueur aux trois quarts pour chasser l'alcool méthylique.

» Cette solution, qui renferme 2,26 pour 100 de silice anhydre, est très stable et ne se coagule par l'action de l'acide carbonique ni à froid ni à chaud; Graham a signalé la facile coagulabilité des solutions de silice par l'acide carbonique, mais ses indications paraissent se rapporter à des solutions à 10 pour 100.

» La solution à 2,26 pour 100 est coagulée à chaud par le sel marin et le sulfate de potasse; il faut une assez forte proportion de sels; le coagulum est très volumineux et le tout se prend en une masse gélatineuse ferme et transparente. Cette solution s'est coagulée spontanément après cinq semaines.

» Graham a fait voir que la coagulation spontanée est d'autant plus lente que la solution est plus étendue : il est facile de confirmer ce fait avec les solutions de silice impure que fournit la décomposition du chlorure de silicium par une grande quantité d'eau. Avec une liqueur chlorhydrique renfermant 1,23 pour 100 de silice anhydre, on obtient la coagulation immédiate en y ajoutant son volume d'une solution de carbonate de potasse ($D = 1,22$), mais si on l'étend de 1 ou 2 volumes d'eau, la liqueur reste limpide après l'addition du carbonate de potasse et la coagulation ne commence qu'après un quart d'heure. La dilution retarde donc aussi bien la coagulation par les sels que la coagulation spontanée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'hydrures pyridiques.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Friedel.

« Les faits remarquables que viennent de faire connaître MM. Hofmann et Ladenburg m'engagent à publier dès maintenant les principaux résultats d'un travail entrepris depuis deux années.

» J'ai tenté de réaliser la synthèse d'hydrures pyridiques en partant de la β-lutidine et de la β-collidine (bouillant à 196°) dérivées de la cinchonine et de la brucine.

» Ces deux bases ont été soumises d'abord à l'action de l'acide iodhydrique à haute température.

» Pour cela, je les ai chauffées en tubes scellés à 220° avec un excès d'acide concentré, pendant quelques heures. J'ai obtenu des polyiodures. L'analyse ne permet guère de décider si ce sont des triiodures $C^7H^9AzI^3$ et $C^8H^{11}AzI^3$, ou des iodhydrates de diiodures

$$C^7H^9AzI^2, HI; \quad C^8H^{11}AzI^2, HI.$$

» Ces deux composés se présentent sous la forme de liquides bruns très épais, bouillant à une température élevée, non sans subir un commencement de décomposition, retenant toujours une impureté qui rend le dosage de l'hydrogène incertain. Ce dosage seul permettrait de décider entre les deux formules plus haut mentionnées.

» L'action combinée du phosphore amorphe et de l'acide iodhydrique concentré, en tubes scellés, à 100° et 130°-140°, a été ensuite essayée sur la β-collidine; je n'étais d'abord arrivé à aucun résultat [1], parce que je chauffais trop longtemps, comme je l'ai reconnu depuis.

» En tâtonnant, j'ai réussi à obtenir en petite quantité une *dihydrocollidine*. La base a été analysée à l'état de chloroplatinate; ce sel était en paillettes jaune orangé clair; l'eau bouillante le modifiait avec une grande facilité.

*Analyse.*

| | Théorie pour | | |
|---|---|---|---|
| | $(C^8H^{11}Az, HCl)^2 + PtCl^4$ pour 100. | $(C^8H^{13}Az, HCl)^2 + PtCl^4$ pour 100. | Trouvé pour 100. |
| C.......... | 29,36 | 29,17 | 28,82 |
| H.......... | 3,66 | 4,25 | 4,36 |
| Pt.......... | 30,12 | 29,93 | 29,60 |

(1) *Thèse inaugurale*, p. 69. Paris, 1882.

» En troisième lieu, j'ai essayé d'hydrogéner les deux bases au moyen d'un mélange d'acide iodhydrique concentré et de tournure de cuivre : aucun résultat (¹). Cependant, je crois devoir ajouter que ce procédé, appliqué à l'*aldolcollidine*, avait fourni à M. Wurtz une *dihydrocollidine* (communication particulière).

» L'action du sodium et de l'alcool absolu sur la β-lutidine et la β-collidine m'a conduit à des résultats plus intéressants, je crois. En me plaçant dans des conditions particulières, j'ai obtenu l'hexahydrure de la β-lutidine dérivée de la brucine, que M. Wischnegradsky avait obtenu en hydrogénant la β-lutidine dérivée de la cinchonine.

» Si la préparation de cet alcaloïde présente de réelles difficultés, il n'est pas moins difficile de le séparer exactement de la β-lutidine; son point d'ébullition m'a paru situé vers 155-160°; je ne donne cette température qu'avec une certaine réserve, l'hexahydrure de β-lutidine ne manifestant pas seulement une adhérence remarquable pour la base génératrice, mais étant encore très hygroscopique.

*Analyse de la fraction bouillant vers 160°.*

| | Théorie pour $C^7H^{15}Az$ (= $C^7H^9Az + H^6$) pour 100. | Trouvé. |
|---|---|---|
| C........................ | 74,33 | 73,86 |
| H........................ | 13,27 | 13,60 |

» L'hexahydrure de β-lutidine constitue un liquide incolore, mobile, réfringent, dont l'aspect ne diffère pas sensiblement de celui des alcaloïdes pyridiques; il est doué d'une odeur pénétrante, spéciale, qui m'a paru rappeler celle de la pipéridine. Il s'unit facilement à l'iodure de méthyle pour former un iodométhylate bien cristallisé; ce produit d'addition a été séché, puis distillé avec un léger excès de potasse caustique non préalablement fondue. La décomposition s'est effectuée dans le sens de l'équation

$$C^7H^{15}Az, CH^3I + KHO = KI + H^2O + C^8H^{17}Az.$$

» J'ai recueilli en effet une très petite quantité d'une base présentant la composition de la cicutine.

*Analyse.*

| | Théorie pour $C^8H^{17}Az$ pour 100. | Trouvé pour 100. |
|---|---|---|
| C.................... | 75,59 | 75,16 |
| H.................... | 13,38 | 13,55 |

(¹) *Loco citato*, p. 70-71.

» La constitution de cette base me paraît devoir être exprimée par la formule $C^5H^9(C^2H^5)Az(CH^3)$; elle est isomérique et non identique avec la cicutine, car nous savons aujourd'hui, grâce aux belles recherches de M. Hofmann, que *la cicutine est l'hexahydrure de l'orthopropylpyridine* (¹).

» Dans les mêmes conditions, la β-collidine a été transformée en un hexahydrure $C^8H^{17}Az$ présentant le même aspect que son homologue inférieur et contenu dans une fraction bouillant vers 175°-180°. On comprendra la réserve avec laquelle j'indique cette température, à cause du faible rendement obtenu, des propriétés hygroscopiques du nouvel alcaloïde, et de sa difficile séparation d'avec la β-collidine.

*Analyse.*

| | Théorie pour $C^8H^{17}Az$ pour 100. | Trouvé pour 100. |
|---|---|---|
| C................... | 75,59 | 75,11 |
| H................... | 13,38 | 13,46 |

» Cet hexahydrure constitue un nouvel isomère de la cicutine : en effet, j'ai été amené, par l'étude des produits d'oxydation, à considérer la β-collidine comme une *méthyléthylpyridine*, c'est-à-dire, comme un homologue supérieur mixte de la pyridine.

» La constitution du nouvel alcaloïde est sans doute exprimée par la formule

$$C^5H^8(CH^3)(C^2H^5)AzH.$$

» Il me sera permis de rappeler que j'ai annoncé (²) cette synthèse il y a quatre mois déjà (³). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le tribenzoylmésitylène*. Note de M. E. **Louïse**, présentée par M. Friedel.

« Dans de précédentes Communications, j'ai montré que l'on pouvait, au moyen de la méthode de MM. Friedel et Crafts, substituer successivement le radical *benzoyle* à deux hydrogènes aromatiques du mésitylène, et

(¹) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. XVII, p. 830.

(²) *Bulletin de la Société chimique*, t. XLI (1884), p. 369.

(³) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie organique de la Faculté des Sciences.

obtenir ainsi deux acétones bien cristallisées, le *benzoylmésitylène* $C^{16}H^{16}O$ et le *dibenzoylmésitylène* $C^{23}H^{20}O^2$. La même méthode peut servir encore pour fixer une dernière fois le *benzoyle* sur le noyau mésitylénique.

» Après avoir répété un grand nombre de fois la préparation de ces diverses acétones en faisant varier les conditions d'expérience, j'ai remarqué que la température y joue un rôle essentiel : le produit monosubstitué peut être obtenu en quantité presque théorique au moyen d'une molécule de chlorure de benzoyle dissoute dans une molécule de mésitylène, si la température ne dépasse pas 118°; de même la diacétone s'obtient sans aucun autre composé, si la température atteint 150°.

» Le point de départ du produit trisubstitué peut être indifféremment le *benzoyle* ou le *dibenzoylmésitylène* dissous dans un excès de chlorure de benzoyle. Il convient d'opérer à 198°, sinon, même dans les conditions les plus favorables, c'est-à-dire en se servant de diacétone et en prolongeant beaucoup l'expérience, on n'obtient pas de substitution. Il se dégage, cependant, une grande quantité d'acide chlorhydrique, mais le chlorure d'aluminium a simplement détruit les composés mis en sa présence.

» A 198°, outre cette action décomposante inévitable, le chlorure d'aluminium agit utilement et le chlorure de benzoyle réagit effectivement sur les acétones inférieures.

» J'ai opéré généralement avec 10gr de monoacétone, 40gr de chlorure de benzoyle, 3gr de chlorure d'aluminium, en laissant marcher la réaction pendant douze à treize heures à 198°.

» Le produit brut est alors traité par l'eau chaude jusqu'à destruction complète du chlorure de benzoyle en excès; il reste une masse noire, solide, constituée par du charbon mélangé intimement au produit de la réaction. On épuise cette masse charbonneuse avec de l'alcool bouillant et ce dernier abandonne immédiatement de petits cristaux ambrés que l'on peut décolorer complètement par le noir animal.

» 0gr,2835 de cristaux purs soumis à l'analyse ont donné :

| | |
|---|---|
| $CO^2$ .............................. | 0,864 |
| $H^2O$ .............................. | 0,153 |

ce qui correspond en centièmes à

| | | La formule $C^{30}H^{24}O^5$ exige |
|---|---|---|
| C .................... | 83,1 | 83,3 |
| H .................... | 5,9 | 5,5 |

» Le produit de la substitution est donc une triacétone, le *tribenzoylmésitylène*.

» MM. Friedel et Crafts, après avoir obtenu la *durène-dibenzoyle* et avoir remarqué que la benzophénone n'entre pas en réaction avec le chlorure de benzoyle à 150°, en concluent que la présence des groupes méthyle favorise l'introduction du benzoyle sur le noyau benzénique.

» Cette observation et la constitution connue du mésitylène nous conduisent à admettre la disposition symétrique des benzoyles et à considérer l'acétone nouvelle comme la *tribenzoyltriméthylbenzine* symétrique.

» Cette acétone entre en fusion à 215°-216°. Elle est presque insoluble dans l'alcool froid, plus soluble dans l'alcool bouillant, l'éther, la benzine, etc.; son meilleur dissolvant paraît être un mélange de chloroforme et d'acétone ordinaire; il l'abandonne sous la forme de gros prismes obliques à base rhombe, dont l'angle aigu antérieur est égal à 76°46', et l'inclinaison de la face supérieure sur les faces latérales $p:m$ est 94°10' [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la colchicine cristallisée*. Note de M. **A. Houdès**, présentée par M. Berthelot.

» Depuis Pelletier et Caventou qui, les premiers, ont isolé le principe actif du colchique, mais qu'ils avaient considéré comme étant de la vératrine, plusieurs chimistes se sont occupés de cette question.

» En Allemagne, Geiger et Hesse prétendent avoir retiré de cette plante une substance cristallisée, dont les propriétés chimiques sont dissemblables de notre colchicine cristallisée.

» Plus tard, M. Oberlin affirme qu'il n'a jamais pu obtenir de colchicine cristallisée, même par le procédé de Geiger et Hesse, mais qu'il a retiré de la colchicine une substance neutre, cristallisant avec facilité, et qu'il a désignée sous le nom de *colchicéine*.

» Plus récemment encore, MM. Ludwig et Stabler sont arrivés aux mêmes conclusions que M. Oberlin.

» C'est en présence de ces résultats différents et contradictoires que nous avons repris cette étude et que nous sommes parvenu à préparer de la colchicine cristallisée par le procédé suivant.

» *Mode de préparation*. — On épuise par lixiviation 35$^{kgr}$ de semences de

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lyon.

colchique avec 100$^{kgr}$ d'alcool à 96°. Les liqueurs réunies et filtrées sont distillées de façon à retirer la totalité de l'alcool; l'extrait obtenu est agité à plusieurs reprises avec son volume d'une solution d'acide tartrique au $\frac{1}{20}$ qui sépare les matières grasses et résineuses, tandis que la colchicine passe dans la solution acide.

» Celle-ci est décantée, filtrée et agitée avec un excès de chloroforme qui enlève le principe actif à la liqueur acide, sans addition préalable d'alcali; par évaporation, on obtient des cristaux imprégnés de matière colorante.

» On les redissout à froid dans un mélange, à parties égales, de chloroforme, d'alcool et de benzine, et, par évaporation spontanée, il se dépose de la colchicine cristallisée, que l'on purifie par plusieurs traitements semblables.

» Cette méthode nous permet de retirer environ 3$^{gr}$ de principe actif par kilogramme, tandis que les bulbes de la même plante n'en ont fourni que 0$^{gr}$,40 par 1000$^{gr}$.

» *Propriétés.* — La colchicine se présente sous forme de prismes groupés en mamelons incolores; elle est d'une saveur très amère; elle bleuit faiblement le papier de tournesol; elle est peu soluble dans l'eau, la glycérine et l'éther, mais elle l'est en toute proportion dans l'alcool, la benzine ou le chloroforme.

» Elle est hydratée et fond alors à 93°; après dessiccation à 100°, son point de fusion n'a lieu qu'à 163°.

» La colchicine cristallisée brûle sans résidu et renferme de l'azote; elle se combine à certains acides organiques, tandis qu'elle se décompose au contact d'autres acides plus énergiques et des acides minéraux.

» Sa solution n'exerce aucune influence sur la liqueur cupropotassique; mais, après une ébullition prolongée en présence de l'acide sulfurique dilué, elle réduit immédiatement ce réactif.

» Ce dernier caractère, joint à la propriété de former des sels, rapproche la colchicine de la solanine; comme celle-ci, elle constituerait un alcali glucoside.

» *Réactions.* — Les acides minéraux forts ou dilués dissolvent la colchicine et la colorent en jaune citron. L'acide azotique lui communique une coloration violacée non persistante; la potasse et la soude la précipitent de ses solutions, tandis que l'ammoniaque ne produit aucune réaction. Par le tannin il y a formation d'un précipité blanc soluble à chaud; par le bichlorure de platine, un précipité jaune orangé prend naissance. L'eau iodée donne un précipité rouge-kermès. Par l'iodure double de mer-

cure et de potassium, il se forme un précipité jaune, et enfin l'iodure de potassium ioduré donne un précipité jaune marron.

» Cette description n'étant que sommaire, nous nous proposons de poursuivre l'étude de ce corps. Quelle différence notre colchicine cristallisée présente-t-elle avec la colchicéine de M. Oberlin? Celle-ci ne serait-elle qu'un alcaloïde secondaire qui dériverait de celle-là? C'est ce qui fera le sujet d'une prochaine Note.

» *Effets physiologiques.* — D'après les expériences préliminaires de M. le Dr Laborde, il résulte que l'activité de la colchicine cristallisée ne se manifeste qu'à des doses relativement élevées : elle rentre à cet égard dans la catégorie des principes immédiats qui se dosent par centigrammes et non par milligrammes. Ainsi, sur des cobayes du poids moyen de $450^{gr}$, la dose physiologique est de $0^{gr},02$ à $0^{gr},03$ et la dose toxique mortelle (en une heure environ) de $0^{gr},06$. Un état de collapsus avec stupeur, sans anesthésie, est le principal effet général de son action. Le fonctionnement du cœur et les phénomènes respiratoires mécaniques sont notablement modifiés sous son influence. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les déperditions d'azote pendant la fermentation des fumiers.* Note de M. **H. Joulie**, présentée par M. Fremy. (Extrait par l'auteur.)

« L'étude des fumiers produits dans les fermes présentant de grandes difficultés, à cause du peu d'homogénéité des matières et de l'impossibilité de former, pour l'analyse, des échantillons représentant convenablement les masses dont on veut connaître la composition, j'ai pensé qu'il serait utile d'entreprendre cette étude sur des matières préparées dans des conditions spéciales, en quantités telles qu'il soit facile de tout recueillir et de tout analyser exactement.

» La fosse à fumier se composait d'une cloche de verre à douille, renversée sur un vase conique. Le fumier était retenu dans la cloche par une toile métallique et le purin s'écoulait librement dans le vase inférieur. La cloche était recouverte par une plaque de verre.

» On a disposé six appareils semblables dans lesquels on a introduit, le 18 février 1883, le mélange suivant :

| | |
|---|---|
| Paille hachée et broyée.......... | $75^{gr}$ |
| Crottin de cheval séché et broyé..... | $50^{gr}$ |
| Urine putréfiée................... | $300^{cc}$ |
| Eau distillée..................... | $375^{cc}$ |

» L'appareil n° 1 a reçu ce mélange sans aucune addition;

» Au n° 2 on a ajouté 10gr de phosphate fossile du Cher;

» Au n° 3, 10gr de phosphate et 10gr de plâtre;

» Au n° 4, 10gr de phosphate et 10gr de carbonate de chaux;

» Au n° 5, 10gr de carbonate de chaux seulement;

» Et au n° 6, 10gr de plâtre seulement.

» Un septième appareil, formé par une cloche trois fois plus large, a reçu les quantités de matières suivantes, sans autre addition :

| | |
|---|---|
| Paille. .................... | 150 |
| Crottin .................... | 200 |
| Urine putréfiée.......... | 400 |
| Eau distillée.. .............. | 850 |

» Tous les jours d'abord, et ensuite tous les deux ou trois jours, on a reversé sur le fumier le liquide qui s'était écoulé dans le vase inférieur.

» Tous les appareils sont restés dans un laboratoire à la lumière diffuse et à la température ordinaire jusqu'au 1er septembre 1883, soit six mois et dix jours.

» On a alors analysé les fumiers et les purins obtenus et, par comparaison avec les analyses des matières employées, il a été facile de se rendre compte des changements que la fermentation avait fait éprouver aux masses mises en expériences.

» On a ainsi constaté :

1° Que la fermentation prolongée du fumier détermine une perte totale d'azote qui a été de 20 pour 100 dans nos expériences, mais qui doit être plus élevée dans la pratique, où les surfaces d'évaporation du carbonate d'ammoniaque sont relativement beaucoup plus étendues;

» 2° Que cette perte est uniquement due à la volatilisation ou à la décomposition de l'ammoniaque contenue dans les purins et qu'elle porte, par conséquent, sur la partie la plus active et la plus assimilable de l'azote des fumiers;

» 3° Qu'une portion de l'azote ammoniacal se fixe sur les matières organiques pendant cette fermentation. L'importance de cette fraction, qui a varié dans nos expériences de 24,82 à 44,54 pour 100 de l'azote ammoniacal introduit, dépend des proportions relatives de l'azote ammoniacal et des matières organiques. Elle est d'autant plus forte que les purins sont relativement moins chargés d'azote ammoniacal;

» 4° Que l'addition du phosphate de chaux ne modifie pas sensiblement la marche des phénomènes ni l'importance de la déperdition;

» 5° Que le carbonate et le sulfate de chaux augmentent, tous deux, dans une large mesure, la déperdition d'azote ammoniacal, tout en diminuant sa fixation sur les matières organiques.

» Au point de vue pratique, ce travail montre que, dans la préparation du fumier de ferme la mieux organisée, il y a des déperditions très importantes d'azote et qu'il est nécessaire de rechercher les moyens de les éviter. Ce sera l'objet de mes études ultérieures. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux qui accompagnent le diamant dans le nouveau gisement de Salobro, province de Bahia (Brésil).* Note de M. **H. Gorceix**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Les alluvions diamantifères du Brésil, connues en de nombreux points du pays et principalement dans les provinces de Bahia et Minas-Géraës, dont les gisements découverts deviennent de plus en plus nombreux, présentaient entre elles la plus grande analogie, tant au point de vue de leur situation uniforme dans les cours d'eau et sur les plateaux que sous le rapport de la nature et de la forme des minéraux qu'elles renferment.

» Un gisement qui vient récemment d'être découvert offre des différences assez notables pour mériter, je crois, une étude spéciale.

» Il est situé non loin de la côte, dans la province de Bahia et dans le bassin du Rio Pardo, à peu de distance du point où ce cours d'eau se réunit au Jéquétinhonha. Il a reçu des mineurs le nom de *Salobro,* ce qui semblerait indiquer que les eaux de la région sont saumâtres. La contrée tout autour est basse, plane, marécageuse, couverte de forêts dont l'exploitation a amené la découverte des diamants. Ceux-ci se trouvent dans une argile blanche avec lits de feuilles décomposées; ce dépôt paraîtrait donc de formation moderne. Les minéraux qui accompagnent le diamant sont bien moins abondants que dans tous les autres gisements de Diamantina, Bagagem, Abaété, etc., où l'argile au contraire est toujours en petite quantité.

» L'étude d'une faible portion des résidus du lavage de cette argile m'a permis d'y reconnaître les minéraux suivants :

1. Quartz.
2. Silex.
3. Monazite.
4. Zircon.
5. Disthène.
6. Staurotide.
7. Grenat almandine.
8. Corindon.
9. Fer oxydulé.
10. Fer titané.
11. Pyrite martiale.

» Après le quartz, c'est la monazite qui domine; elle se présente en petits fragments anguleux jaunes ou rougeâtres, et quelquefois en cristaux aplatis suivant $h^1$, surmontés de la pyramide $a^1$, $o^1$, $e^1$. Le zircon en cristaux bruns, blanchâtres à surface luisante, plus rarement améthystes, est aussi très abondant et les échantillons très peu roulés.

» Le corindon qui, pour la première fois, je crois, est signalé au Brésil, est représenté par de petits grains de densité comprise entre 3,7 et 3,8, perdant 2 pour 100 de leur poids au chalumeau, de couleur grise ou rosée. La staurotide se montre de même en fragments de petites dimensions dont l'aspect rappelle celui des débris de cristaux provenant des schistes micacés des environs de la ville de São João Baptista et du cours moyen du Jéquétinhonha.

» Si l'on compare cette première liste avec celle publiée par M. Damour, dans le *Bulletin de la Société de Géologie*, et à laquelle, dans une Notice insérée aux *Comptes rendus* (1), j'ai pu ajouter quelques autres espèces minérales, on voit que le corindon et la staurotide sont les deux seules substances nouvelles qui se montrent à Salobro.

» Ce fait acquiert pourtant de l'importance si l'on considère que le corindon est le minéral qui accompagne constamment le diamant dans l'Inde, dont les gisements semblaient n'avoir pas de rapport avec ceux du Brésil.

» Mais c'est surtout par l'absence de certains minéraux et par l'aspect extérieur du gravier que s'accuse la différence entre le placer de Salobro et les autres gisements du Brésil.

» On n'y voit en effet aucun des représentants des trois familles de minéraux qui caractérisent si bien les alluvions diamantifères de ce pays : 1° oxydes de titane (rutile, anatase); 2° alumine ou acide titanique hydratés avec acide phosphorique, oxyde de cérium, etc.; 3° tourmalines. Le gravier de Salobro ressemble en outre aux dépôts qui se forment actuellement dans le lit ou sur les rives des cours d'eau par un simple phénomène de transport, et aucun des minéraux ne présente ces formes arrondies dues à de longs frottements au milieu de remous qui, partout ailleurs, font reconnaître à première vue le *cascalho* vierge diamantifère.

» Le gisement de Salobro étant situé près de la mer n'est pas éloigné de la longue chaîne de montagnes granitiques et gneissiques qui constitue la *Serra do Mar* bordant les côtes du Brésil.

» Il ne me semble pas pourtant qu'on puisse en conclure que les sables

(1) *Comptes rendus*, décembre 1881.

de cette localité proviennent *directement* de la destruction de ces roches. A une distance, relativement peu considérable, elles sont traversées par de nombreux filons de quartz, de pegmatite, très riches en pierres colorées, telles que : cymophane, triphane, andalousite dichroïque, béryl, dont je n'ai pas trouvé de débris dans les graviers de Salobro. Cette découverte ne me paraît donc pas, au moins d'après cette première étude, infirmer les conclusions que j'ai tirées, au sujet de l'origine du diamant du Brésil, de l'étude des gisements en place de São-João da Chapada et de Grão Mogol. »

ZOOLOGIE. — *Anatomie des Echinodermes; sur l'organisation des Comatules adultes.* Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. de Quatrefages.

« La difficulté d'étudier les Comatules est telle qu'à part le tube digestif il n'y a pas un système d'organes de ces animaux sur la signification duquel tous les anatomistes soient d'accord.

» Pour Ludwig, le système nerveux est représenté par l'épithélium cilié de la gouttière ambulacraire; pour William et Herbert Carpenter, il est situé dans l'axe calcaire des bras; pour J. Müller, l'organe axial autour duquel s'enroule le tube digestif était un cœur; c'est un lacis de vaisseaux pour Ludwig; pour d'autres, une glande; ces divergences rendent problématique l'existence même de l'appareil circulatoire dont Ludwig et Herbert Carpenter ont cru voir les connexions avec cet organe; le rôle de l'*organe cloisonné* que supporte la plaque centro-dorsale, celui de l'*organe spongieux* qui se trouve près de la bouche sont autant d'énigmes, et cependant il est manifeste pour tout le monde qu'une connaissance exacte de l'organisation des Crinoïdes est indispensable pour la détermination des homologies de tous les animaux composant l'embranchement des Échinodermes.

» J'ai déjà montré (*Comptes rendus* des 16 juillet 1883 et 18 février 1884) :

» 1° Que les connexions et la structure des cordons contenus dans l'axe calcaire des bras et qui s'unissent pour former un anneau autour de l'organe cloisonné doivent faire considérer ces cordons comme le véritable système nerveux;

» 2° Qu'à aucune époque du développement l'organe axial ne présente l'apparence d'un lacis de vaisseaux; mais que ses parois sont formées de cellules spéciales, grandes, se colorant fortement par l'éosine et le picrocarminate, disposées d'abord en une sorte de colonne pleine, puis limitant une cavité rendue de plus en plus anfractueuse par les divers modes de reploiement et la croissance irrégulière de ses parois; en un mot, cet

organe axial est une cavité à parois glandulaires et non un lacis de vaisseaux.

» L'étude minutieuse de plus de deux cents coupes, faites ordinairement au quarantième de millimètre et soigneusement numérotées de manière à permettre la reconstitution géométriquement exacte de l'animal entier, me permet de compléter ces données.

» Aussi bien chez l'*Antedon rosaceus* adulte que chez l'*Antedon phalangium*, trouvé en si grande quantité dans l'Atlantique par le *Talisman*, l'organe axial est bien nettement une cavité tubulaire anfractueuse, à parois glandulaires. Parmi les diverticules de cette cavité, les uns apparaissent sur les coupes comme terminés en culs-de-sac, d'autres se plongent manifestement en canaux. Quelques-uns de ces canaux courent parmi les trabécules innombrables de la cavité générale; il en est qui se rendent vers les bras. Mais la plupart remontent vers le tégument dorsal, formant tout autour de l'œsophage une masse qu'on peut, cette fois, comparer à un lacis vasculaire, et qui n'est autre chose que l'*organe spongieux* d'Herbert Carpenter.

» Les *canaux* (je ne dis pas les *vaisseaux*) qui forment cet organe, concurremment avec de nombreux trabécules de tissu conjonctif, ont un parcours très sinueux, s'anastomosent fréquemment entre eux, et leurs parois, manifestement glandulaires, sont très irrégulièrement bosselées. Tous les canaux viennent enfin ramper sur un parcours plus ou moins long sous le plancher tégumentaire qui porte la bouche et l'anus, s'enfoncent très obliquement, presque parallèlement entre eux, dans les téguments, et viennent enfin s'ouvrir à l'extérieur par les entonnoirs ciliés sur lesquels, depuis Johannes Müller, j'ai le premier attiré l'attention (1872).

» Tous ces entonnoirs ciliés ne sont cependant pas les orifices de pareils canaux; il en est, cela est surtout manifeste chez les jeunes Comatules, qui sont en rapport avec les tubes hydrophores que porte l'anneau ambulacraire. D'ailleurs tous les canaux de l'organe spongieux ne s'ouvrent pas dans la cavité de l'organe axial. Leur plexus se continue jusqu'à l'organe cloisonné dans les chambres duquel s'ouvrent encore chez l'*Antedon rosaceus* les canaux issus des entonnoirs inférieurs du disque.

» Ainsi le plus grand nombre des *entonnoirs ciliés*, l'*organe spongieux*, l'*organe axial*, les chambres de l'*organe cloisonné*, ne forment qu'un seul et même système, à la fois l'analogue et l'homologue du système formé chez les Oursins, les Astéries et les Ophiures par la *plaque madréporique*, le *canal hydrophore* ou *canal du sable* et la *glande ovoïde* qui lui est constamment annexée. Le canal hydrophore de ces Échinodermes s'ouvre, à la vérité

dans l'anneau ambulacraire péribuccal; mais, parmi les entonnoirs vibratiles des Comatules, il en est qui conduisent aussi dans des tubes portés par cet anneau et qu'on a souvent considérés comme les véritables canaux hydrophores des Comatules et des Holothuries. Cette opinion n'est nullement en contradiction avec nos recherches, rattachant à un même ensemble tout ce vaste système aquifère.

» D'ailleurs, non seulement les jeunes larves de Comatules n'ont qu'un seul canal hydrophore, disposé comme celui des autres Échinodermes, mais encore ce canal se forme comme chez eux de très bonne heure. Il existe déjà longtemps avant que le calice de la jeune larve soit ouvert, et son orifice est longtemps le seul qu'on observe à la surface de la larve, ce qui n'avait pas été jusqu'ici signalé. De l'ensemble de ces faits anatomiques, il résulte que, chez les Comatules, l'eau de la mer joue un rôle considérable dans la nutrition de l'individu.

» Sur les très jeunes larves, on observe déjà les rudiments de l'organe axial, simple repli vertical du sac péritonéal droit, refoulant devant lui le sac digestif et le forçant ainsi à se courber en une sorte d'arc dont une extrémité communiquera plus tard avec l'œsophage, tandis que l'autre formera le rectum.

» Par tous les traits que nous venons de résumer, l'organisation de la Comatule est singulièrement rapprochée de celle des autres Échinodermes, dont la morphologie apparaît sous un jour tout autre que celui sous lequel elle est habituellement présentée. Nous en discuterons plus tard les détails. Nous ferons seulement aujourd'hui remarquer que, si l'on considère un Oursin comme un Crinoïde dont les bras seraient soudés au disque devenu très volumineux, comme on le voit chez les *Eucalyptocrinus* par exemple, et dont la bouche serait située au point d'insertion du disque sur sa tige, le système nerveux et les canaux ambulacraires de l'Oursin ont exactement les mêmes rapports que ceux qui nous sont offerts par la Comatule. Il est à remarquer que précisément, en ce point, le calice de nombreux Crinoïdes pédonculés s'invagine, et présente des points qui ne sont pas sans analogie avec celle qui constitue la *lanterne d'Aristote* des Oursins et plus particulièrement des Clypéastres. »

ZOOLOGIE. — *Constitution des Échinodermes*. Note de M. C. **Viguier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Diverses théories ont été émises sur la nature des Échinodermes. Les uns les considèrent comme des animaux simples, à forme rayonnée, et les rapprochent des Acalèphes et des Cténophores, qu'ils regardent aussi comme tels. C'est l'opinion de Cuvier, principalement défendue depuis par les deux Agassiz et Metchnikoff. D'autres, bien qu'en en faisant un type distinct, veulent trouver leurs relations chez les Vers, et spécialement chez les Géphyriens, rangés eux-mêmes, à une époque, dans le groupe des Échinodermes. C'est l'opinion de Leuckart et de Claus. Une troisième a été soutenue par M. Duvernoy d'abord, qui les considère comme produits par la réunion de cinq organismes vermiformes.

» Haeckel n'a fait que reproduire la théorie de l'ami et collaborateur de Cuvier, tout en la développant. C'est dans son Mémoire, publié en 1878, sur les formes dites *en comète* des *Linckiadæ*, qu'il a surtout insisté sur cette idée. Ce Mémoire est bien en faveur de la nature coloniale des Astéries; mais on peut entendre la colonie différemment. Haeckel voulait faire des organismes ainsi réunis des Vers segmentés. J'ai fait, peu après, ressortir quelques objections à cette manière de voir, dans un travail écrit, il est vrai, sous l'influence d'idées qui se sont modifiées depuis lors. Ces objections subsistent toujours, mais sont moins importantes que celles qui tiennent au mode de réunion des individus associés.

» Bien que, à l'époque où il publia son Mémoire, Haeckel vît à peine *une autre théorie possible* pour expliquer la constitution de l'Échinoderme, une quatrième s'est fait jour depuis : celle de M. Perrier, exposée dans son Ouvrage sur les *Colonies animales*. D'après cette dernière opinion, l'Échinoderme est bien une colonie; mais, au lieu d'être constituée par cinq individus, ou antimères, équivalents, cette colonie l'est par cinq individus reproducteurs, groupés autour d'un individu nourricier. Dans une Astérie, les premiers seront les bras, l'autre sera le disque; et la coalescence de ces divers individus pourra être poussée à des degrés fort divers. Si le disque reste petit, les bras conserveront une grande importance, et pourront montrer une indépendance et une activité vitale d'autant plus grandes.

» Toutes les Astéries sont fragiles, et toutes jouissent de la faculté de réparer les bras rompus. Souvent même la rupture devient un procédé de

reproduction, et l'animal se divise en deux ou plusieurs parties, dont chacune se complète. De nombreux exemples en sont connus chez les Astéries comme chez les Ophiures. Le plus ordinairement, la partie centrale, ou disque, est intéressée; mais parfois aussi, comme dans les formes en comète, un seul bras détaché peut reproduire l'étoile tout entière. Ces faits s'expliquent aussi bien par la théorie d'Haeckel que par celle de Perrier; mais il en est d'autres qui ne s'expliquent que par cette dernière, et c'est l'un d'eux que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Si l'on admet que l'Astérie est composée seulement de cinq antimères équivalents, la partie centrale de l'étoile, son disque, ne devrait renfermer que des pièces squelettiques semblables à celles qui s'alignent le long des bras, ou du moins des pièces provenant de la coalescence d'un certain nombre de celles-ci. Aussi, tout en laissant naturellement de côté les ossicules qui ne présentent pas une régularité absolue, tous les auteurs qui se sont occupés des parties dures des Astéries ont-ils cherché à homologuer le squelette buccal avec les pièces dites *ambulacraires* et *adambulacraires*. J'ai moi-même agi de la sorte dans le Mémoire dont je parlais tout à l'heure, et que j'ai publié en 1879, sur l'*Anatomie comparée du squelette des Stellérides*. Il faut bien avouer que ces homologations ne sont pas absolument satisfaisantes, et l'on comprend que toutes les discussions sur le sujet peuvent demeurer stériles si le squelette buccal appartient à un individu central, dont le squelette n'est point nécessairement constitué sur le même type que celui des individus rayonnants. Déjà, en 1879, j'avais été frappé de la disposition spéciale de la musculature de la bouche, mais plus encore de l'importance des ossicules, peu remarqués avant moi, et auxquels j'ai donné le nom d'*odontophores*. Ainsi que les dents et leurs supports, ces ossicules sont spéciaux au péristome et sans analogues le long des bras. Un bras rompu peut donc les reproduire s'il est capable de reproduire la colonie tout entière, comme c'est le cas chez les *Linckiadæ;* mais on ne saurait les voir reparaître au milieu d'un bras qui se répare après rupture de son extrémité.

» On trouve parfois, chez certains *Asterias*, des échantillons où un bras rompu s'est reproduit en double, devenant ainsi un bras bifurqué en Y. C'est ce que l'on voit sur l'une des photographies qui accompagnent cette Note. Si les coins buccaux étaient formés uniquement par la réunion des pièces de deux bras voisins, comme cela devrait être dans la théorie d'Haeckel, on ne comprendrait pas pourquoi l'angle de bifurcation du bras ne serait pas constitué de même. Au contraire, si le squelette péri-

stomial appartient à un individu central, différent des individus rayonnants, il est bien évident, ainsi que je le disais plus haut, que l'un de ces derniers ne saurait reproduire, dans sa longueur, des pièces semblables à celles de l'être central, telles que les odontophores, les dents et leurs supports. C'est l'opinion que j'avais émise dès 1879, bien que je ne fusse pas guidé par les idées théoriques que je viens de rappeler. La deuxième photographie jointe à cette note montre que cette opinion était juste. J'ai réussi, sur une seule, six épreuves différentes montrant comparativement la bouche et le coin de bifurcation du bras : 1° avec les piquants; 2° sans les piquants, et 3° avec une moitié du coin enlevé. On peut facilement constater, sur les premières, que les piquants du coin brachial sont exactement semblables à ceux qui garnissent le bord de la gouttière ambulacraire, tout le long du bras et diffèrent de ceux, beaucoup plus forts, qui se rencontrent à la bouche. Sur les secondes, on voit que ce coin brachial est formé par des pièces adambulacraires non modifiées, et fort différentes des grosses dents tronquées du péristome. Enfin les dernières montrent que l'odontophore, très nettement visible au-dessous de la grosse dent du péristome, fait absolument défaut dans le coin de bifurcation du bras. »

GÉOLOGIE. — *Objections à la théorie d'une mer saharienne à l'époque quaternaire.* Note de M. G. **Rolland**, présentée par M. Daubrée.

« Le Sahara a été souvent regardé comme un fond de mer récemment mis à sec. Cette hypothèse, présentée avec de nombreuses variantes suivant les époques, ne saurait plus être soutenue pour la totalité du désert, aujourd'hui que l'on connaît mieux sa géologie : les plus vastes plateaux du Sahara septentrional sont constitués par une grande formation d'âge crétacé [1]; à l'ouest, la surface du Sahara marocain présente une formation d'âge dévonien [2], la même qui s'appuie, au sud, sur le massif ancien du Sahara central. La thèse de l'immersion sous une mer récente ne peut plus s'appliquer qu'aux espaces, encore très vastes, il est vrai, qui sont occupés au Sahara par les terrains dits *quaternaires*. Ceux-ci recouvrent la majeure partie du Sahara algérien, où la Méditerranée aurait à

(1) G. Rolland, *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. IX; 1881.
(2) O. Lenz, *Geologische Karte von West-Africa* (*Mittheilungen*, 28 Band, 1882).

cette époque pénétré par Gabès, et se serait étendue de l'Atlas au Ahaggar; certains auteurs se bornent à admettre un golfe quaternaire dans le bassin du Melrir, ou seulement dans la région même des chotts du sud de la Tunisie : la mer saharienne n'aurait plus été alors qu'un accident local.

» M. Pomel (1) a réfuté ces théories aux divers points de vue de la constitution physique et géologique du Sahara. Il a montré que les terrains en question n'avaient pas été déposés à la manière des sédiments d'une mer, mais que c'étaient des atterrissements continentaux, dus à des eaux diluviennes et distribués conformément à l'hydrographie actuelle.

» Dans une Note précédente (2), j'ai décrit les atterrissements du bassin du Melrir, où j'ai distingué des terrains de transport et des terrains lacustres; j'ai proposé de désigner les atterrissements anciens sous le nom de *terrain saharien*, et de n'appeler quaternaires que les alluvions postérieures au creusement des vallées actuelles et des cuvettes de chotts. Les atterrissements des autres régions du Sahara sont semblables; de même ceux des hauts plateaux de l'Atlas, lesquels ne sauraient être marins, l'Atlas étant émergé depuis la fin du miocène.

» Le Sahara ne présente pas de lignes de rivages, sauf les falaises qui entourent les chotts, et ceux-ci ne sont que d'anciens lacs, dont les eaux se sont évaporées et concentrées sous l'influence d'un climat devenu sec. D'ailleurs, on sait que, d'après leur composition, les sels des chotts ne sauraient être considérés comme les résidus d'eaux de mer (3).

» Il a été répondu aux arguments tirés des faits conchyologiques et cités par MM. Bourguignat, Desor, etc., à l'appui d'une mer saharienne. M. Tournouër a fait à leur sujet une critique intéressante (4), dont je me bornerai ici à rappeler les deux conclusions suivantes. Le *Cardium edule* subfossile des chotts n'est pas une espèce purement marine : c'est surtout une espèce d'eau saumâtre; au Sahara, elle est généralement associée à des coquilles fluviatiles. Les coquilles marines isolées, que M. Desor a rencontrées en un point du Souf, dans les tranches de sables stratifiés, ne semblent pas avoir eu là leur station, et peuvent être considérées « comme » remaniées et emballées dans un dépôt diluvien ». En effet, ce cas unique, et non pas probant, ne saurait infirmer les témoignages répétés des voya-

(1) A. Pomel, *Le Sahara*, 1872.
(2) *Comptes rendus*, 26 mai 1884.
(3) H. Le Chatelier, *La mer saharienne* (*Revue scientifique*, 1878).
(4) Tournouer, *Association française pour l'avancement des Sciences*; 1878.

geurs, qui déclarent, ainsi que moi, n'avoir pas trouvé au désert trace de coquille marine récente. Le fait général est que les terrains récents du Sahara ne présentent pas de véritable gisement de fossiles vraiment marins.

» Les dernières explorations du Sahara ont vérifié que son altitude moyenne est notablement supérieure au niveau de la mer. Cette considération ne peut plus être invoquée contre la nature marine du terrain saharien, si l'on admet avec nous qu'il est pliocène, le nord de l'Afrique ayant subi depuis le pliocène des exhaussements assez importants. Mais elle subsiste pour les dépôts quaternaires proprement dits; car l'étude des cordons littoraux de l'Atlas montre que, depuis le quaternaire, ces mouvements ont eu trop peu d'amplitude pour que la mer ait pu pénétrer soit sur l'Atlas, dont certains chotts sont à 700$^m$ et 800$^m$ d'altitude, soit même dans le Sahara algérien, sauf dans la dépression de Gabès au Melrir.

» Seuls les chotts Melrir et Rharsa sont en contre-bas de la mer, et le chott Djerid n'est que légèrement en contre-haut. Assurément il aurait suffi d'un faible soulèvement, tel qu'il peut s'en être produit, même depuis les temps historiques, pour avoir séparé ces bassins de la Méditerranée; mais l'étude directe de la barre de Gabès n'a révélé ni à M. Fuchs [1], ni à M. Pomel [2], aucune trace d'un bras de mer disparu; le seuil est constitué par un terrain identique aux atterrissements anciens du Sahara; de plus, on y a trouvé des débris préhistoriques.

» Ces conclusions n'ont pas été infirmées par les travaux de M. Roudaire [3], résumés par M. Dru pour la partie géologique. A l'aplomb du seuil existe un relief souterrain en terrain crétacé; au-dessus, le terrain saharien, réduit à 33$^m$ au col, présente des couches argilo-sableuses, gypseuses et salifères, puis une assise gypso-limoneuse. Les argiles sableuses inférieures, qui répondent à notre formation lacustre du Melrir, augmentent de puissance et se poursuivent à l'ouest sous les chotts; le limon gypseux, qui répond à notre manteau de transport supérieur, se poursuit également, mais est plus ou moins dénudé. Les cuvettes actuelles des chotts ont été entaillées dans cet ensemble; le seuil interposé entre le Djerid et le Rharsa, également en relation avec un relief crétacé, est lui-même en terrain saharien, et ce sont les dénudations latérales qui lui ont donné son relief définitif au-dessus des chotts voisins. C'est donc des érosions du terrain saha-

---

(1) E. Fuchs, *Sur l'isthme de Gabès*; 1877.

(2) A. Pomel, *Association française pour l'avancement des Sciences*; 1877.

(3) E. Roudaire, *Rapport sur la dernière expédition des chotts*; 1881.

rien que date la séparation de ces chotts en bassins fermés, lesquels furent occupés ensuite par des lacs distincts. Ces lacs quaternaires pouvaient exister encore dans les temps historiques.

Est-ce là qu'il faut placer l'ancienne mer intérieure africaine, dont parlent les géographes de l'antiquité? Non, si vraiment les textes anciens établissent qu'elle communiquait avec la Méditerranée. Et, en effet, d'après un travail récent, dû à M. Rouire [1], la baie de Triton d'Hérodote et de Scylax se trouverait, non pas à hauteur de Gabès, mais au nord de Sousa, dans le bassin nouvellement découvert du lac Kelbiah.

» D'autre part, pour ce qui est de la partie orientale du Sahara, M. Zittel [1] a émis des conclusions également négatives au sujet d'une mer quaternaire dans les déserts libyque et arabique; ce géologue ne laisse subsister de doute que pour la bande étroite et profonde qui borde le pied sud du plateau de la Cyrénaïque, à l'ouest du delta du Nil.

» En résumé, dès le début de la période tertiaire, le Sahara formait un continent, sauf, au nord-est, une région relativement restreinte que recouvrit encore la mer éocène; à la fin du miocène, tout le nord de l'Afrique était émergé, et, depuis lors, pendant le pliocène et le quaternaire, les contours du littoral sud de la Méditerranée n'ont pas sensiblement varié. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les lésions des tubes nerveux de la moelle épinière dans la sclérose en plaques* [1]. Note de M. **J. Babinski**, présentée par M. Vulpian.

« L'absence des dégénérations descendantes et ascendantes de la moelle dans la sclérose en plaques est une des particularités les plus intéressantes de cette affection, parce qu'elle semble constituer une dérogation à la loi Wallérienne.

» MM. Vulpian et Charcot, dans les travaux importants qu'ils ont faits sur ce sujet, ont montré que dans les plaques de sclérose un grand nombre de tubes nerveux se dépouillent de leur myéline, tout en conservant leur cylindre-axe, et c'est ainsi qu'ils ont cherché à expliquer cette apparente anomalie.

» Quant au processus qui conduit à la dénudation du cylindre-axe,

---

(1) Rouire, *Revue scientifique*; 19 avril 1884.

(2) K. Zittel, *Die Sahara*; 1883.

(3) Travail du Laboratoire de M. Cornil, à la Faculté de Médecine de Paris.

voici comment on le conçoit actuellement : sous l'influence de l'inflammation interstitielle de la moelle, la névroglie s'épaissit; il se développe du tissu conjonctif de nouvelle formation qui comprime de tous côtés et étouffe les tubes nerveux; la destruction de la gaine de myéline serait donc le résultat d'un travail purement mécanique.

» L'emploi d'une méthode, inconnue au moment où les premiers travaux sur la sclérose en plaques ont été publiés, m'a permis de constater plus nettement encore qu'on ne peut le faire à l'aide des anciennes méthodes la disparition de la myéline et la conservation d'un grand nombre de cylindres-axes; elle m'a donné, en outre, le moyen de suivre d'une façon précise le travail de destruction de la myéline et m'a amené à concevoir autrement qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent la nature de ce processus.

» Voici la méthode que j'ai suivie : les moelles ont été fixées et durcies par le bichromate de potasse à $\frac{2}{1000}$; il en a été fait des coupes transversales et longitudinales qui ont été d'abord traitées par le procédé récemment indiqué par M. Weigert [1], procédé dont le résultat est de teindre la myéline en brun; les coupes ont été ensuite colorées à l'aide de l'hématoxyline préparée par le procédé de M. Ranvier [2], qui se fixe sur les noyaux, et montées, après déshydratation par l'alcool et éclaircissement par l'essence de girofle, dans le baume du Canada.

» Quoique par cette méthode la myéline se rapproche un peu des noyaux par sa coloration, il est facile de ne pas les confondre, et l'on peut reconnaître aussi, du moins sur les coupes longitudinales, les cylindres-axes et les distinguer des fibres du tissu conjonctif. Il est, du reste, utile de comparer ces préparations à des coupes faites dans les mêmes régions de la moelle et traitées par le picrocarminate d'ammoniaque.

» Voici les faits qu'on peut observer sur les coupes transversales. Dans le manteau de la moelle, la myéline a, par places et dans une étendue plus ou moins grande, complètement disparu; des préparations comparatives colorées au picrocarmin font voir que, là où il n'y a plus trace de myéline, il reste encore un grand nombre de cylindres-axes. Dans la substance grise on peut voir aussi que le réseau nerveux à myéline a été, dans certains

---

(1) WEIGERT, *Ausfürliche Beschreibung der in N° 2, dieser Zeitschrift erwähnten neuen Fräbungsmethode für das Centralnervensystem* (*Fortschritte der Medicin*, n° 6).

(2) RANVIER, *Sur la structure des cellules du corps muqueux de Malpighi* (*Comptes rendus*, 26 décembre 1882).

points, complètement dépouillé de sa gaine, et que les cylindres-axes ainsi que les cellules nerveuses sont conservés.

» Sur des coupes longitudinales, on voit sur le trajet des fibres de la moelle des interruptions de la myéline plus ou moins étendues en longueur et en largeur; on distingue des groupes de tubes nerveux qui semblent disparaître et se perdre dans une plaque de sclérose pour reparaître ensuite.

» L'examen des plaques de sclérose sur les coupes longitudinales montre, dans beaucoup de points, et cela plus nettement encore que sur les coupes transversales, la persistance des cylindres-axes.

» L'étude des coupes transversales et longitudinales permet donc de voir d'une façon très nette que les cylindres-axes et les cellules nerveuses persistent dans des points où la myéline a complètement disparu.

» Mais c'est exclusivement sur les coupes longitudinales que l'on peut bien étudier les détails du processus de destruction de la myéline. Tout autour des cylindres-axes dépouillés de leur enveloppe, on trouve, suivant les régions qu'on examine, soit des fibres de tissu conjonctif, soit des cellules plus ou moins volumineuses, constituées par un protoplasma grenu contenant un noyau, soit enfin, et c'est là le point le plus intéressant, des cellules analogues aux précédentes, mais présentant en plus dans leur intérieur un nombre plus ou moins considérable de gouttelettes de myéline. Ces cellules, dans certains points, forment au cylindre-axe une gaine complète que l'on voit se continuer directement au niveau des parties saines avec la gaine de myéline. Il est assez facile de se convaincre, en examinant cette zone de transition, que la disparition de la gaine de myéline coïncide avec l'apparition de ces cellules chargées de myéline, que ces deux phénomènes sont connexes, et que la destruction de la gaine résulte de l'absorption de la myéline par le protoplasma de ces cellules.

» Quelle est la provenance de ces cellules? Se développent-elles aux dépens du protoplasma myélinique; sont-elles des cellules de la névroglie en voie de multiplication, ou bien des cellules migratrices? On peut admettre qu'elles ont à la fois ces trois origines.

» Mais l'activité du protaplasma myélinique, qui joue le rôle essentiel dans la destruction de la myéline dans le bout périphérique d'un nerf sectionné, en admettant qu'elle intervienne ici, ne paraît être qu'accessoire.

» Les cellules de la névroglie et les cellules migratrices ont ici vrai-

semblablement un rôle prépondérant. En effet, dans ce cas, la fragmentation de la gaine de myéline ne se présente pas sous le même aspect que dans le bout périphérique d'un nerf sectionné. Elle ressemble bien plus à celle qu'on peut observer dans le bout central du nerf au voisinage de la section. Or, M. Ranvier, qui a décrit les phénomènes qui se passent dans le nerf à ce niveau, a montré que la myéline était absorbée par les cellules migratrices qui s'insinuent entre la gaîne ds Schwann et le cylindre-axe.

» L'absence de gaine de Schwann dans les tubes nerveux de la moelle doit rendre encore plus facile l'action des cellules lymphatiques sur la myéline.

» La persistance d'un grand nombre de cylindres-axes dans les plaques de sclérose peut s'expliquer assez facilement : ces filaments nerveux, ayant conservé leurs connexions avec les cellules nerveuses d'où elles émanent, sont doués d'une vitalité qui leur permet d'opposer de la résistance à ce travail de destruction. Pourtant, on conçoit qu'à la longue un certain nombre de cylindres-axes cèdent et soient détruits à leur tour.

» En résumé, les préparations faites à l'aide de cette méthode, outre qu'elles permettent de constater d'une façon plus nette des faits qui ont été établis avec les méthodes anciennes, montrent en plus les détails des lésions. Elles font reconnaître ainsi que la destruction des gaines de myéline, loin d'être sous la dépendance d'un phénomène mécanique, d'une compression exercée sur les tubes nerveux par le tissu conjonctif de nouvelle formation, est liée, au contraire, à un phénomène vital, et résulte principalement de l'activité nutritive des cellules de la névroglie et des cellules lymphatiques. »

M. **Ch.-V. Zenger** transmet à l'Académie le résumé des « Observations héliophotographiques de Prague comparées aux grands mouvements atmosphériques et séismiques pendant le mois de mai 1884. » (Extrait.)

« On supposera difficilement que le hasard seul puisse établir un intervalle à peu près régulier de dix à treize jours entre les grands mouvements cycloniques et séismiques qui se répètent çà et là sur la surface du globe.

» Tout en regardant la partie mécanique, c'est-à-dire le développement et le parcours des cyclones, comme définitivement éclaircie par la théorie, on doit reconnaître que la Météorologie moderne n'a pas abordé jusqu'ici la recherche des origines de ces grandes manifestations d'énergie. Il est pourtant naturel de songer à rapporter la production périodique des cy-

clones, des éruptions volcaniques et des tremblements de terre à une cause générale, par exemple à une cause cosmique.

» Des actions directes du Soleil peuvent bouleverser à la fois les enveloppes gazeuses des planètes et les couches intérieures fluides de leurs noyaux. La seule cause cosmique capable de déterminer comme le Soleil un changement dans la vitesse de rotation des couches supérieures de notre atmosphère, et peut-être aussi d'agir sur l'équilibre intérieur de notre globe, c'est le passage d'innombrables météorites traversant notre atmosphère avec leur vitesse planétaire. La destruction de cette vitesse imprimerait aux couches supérieures une diminution ou une accélération de la vitesse de rotation, condition essentielle pour la formation de mouvements giratoires ascendants ou descendants.

» Le passage des essaims météoriques peut agir d'une manière concordante avec l'influence directe du Soleil. »

M. J. **Rambosson** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un travail manuscrit portant pour titre : « Le mouvement réflexe contagieux ».

La séance est levée à 5 heures. J. B.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 16 JUIN 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que le Comité de patronage pour l'érection d'une statue à la mémoire de J.-B. Dumas s'est constitué. Il a pour président M. Pasteur; les vice-présidents sont MM. de Lesseps, Cauvet et Bertrand.

Une liste de souscription est déposée au Secrétariat de l'Institut.

M. le **Secrétaire perpétuel** fait connaître à l'Académie le décès de M. *Bouisson*, Correspondant de la Section de Médecine et de Chirurgie, de M. *Girardin* et de M. *Mac-Cormick*, Correspondants de la Section d'Économie rurale.

*Notice sur M. Bouisson;* par M. **Larrey**.

« L'Académie des Sciences a perdu, le 18 mai dernier, l'un de ses Correspondants les plus considérés de la Section de Médecine et de Chirurgie.

Bouisson, Étienne-Frédéric, né le 14 juin 1813, dans un village de l'Hérault, débutait, si jeune dans ses études médicales et si jeune encore s'élevait au premier rang de ses émules dans les concours, qu'il dut obtenir une dispense d'âge, pour inaugurer son professorat officiel en Physiologie et en Chirurgie, à Strasbourg d'abord et ensuite à Montpellier.

» Les honneurs et les distinctions académiques couronnaient, plus tard, cette brillante carrière, commencée sous les plus heureux auspices.

» Son élection aussi, en 1871, à l'Assemblée nationale, révélait de nouvelles aptitudes chez le maître qui marquait, par là, son passage à la Chambre et sa compétence sur certaines questions administratives.

» M. Bouisson, enfin, ex-député de l'Hérault, professeur émérite et doyen honoraire de la Faculté de Médecine de Montpellier, fondateur et président à vie de l'Académie des Sciences et Lettres de la même ville, ancien chirurgien en chef de l'hôpital civil et militaire de Saint-Éloi, associé à l'Académie de Médecine et à d'autres Compagnies savantes, avait été placé en première ligne sur une liste de six candidats, pour remplacer Maunoir (de Genève) comme Correspondant de l'Académie des Sciences. Il fut élu par quarante-cinq suffrages, le 23 mars 1863, parmi les huit Correspondants nationaux ou étrangers de la Section de Médecine et Chirurgie.

» Le meilleur éloge à faire de M. Bouisson serait l'analyse de ses travaux, si c'était ici la place et si cette tâche n'était réservée à un discours d'assemblée solennelle. L'œuvre de l'auteur a, du reste, été reproduite en grande partie, par lui-même, dans son important ouvrage intitulé : *Tribut à la Chirurgie,* et dédié à deux des Membres de l'Académie des Sciences, Flourens et Velpeau, qui avaient le plus apprécié les titres acquis par notre éminent confrère.

» Un autre ouvrage bien connu de lui, son *Traité théorique et pratique de la méthode anesthésique,* avait été récompensé dans le concours Montyon des prix de Médecine et de Chirurgie.

» M. Bouisson était, à la fois, un médecin savant et un chirurgien physiologiste, un professeur éloquent et un écrivain distingué; il résumait en lui l'homme de mérite par ses talents, comme il représentait l'homme de bien par ses vertus. Estimé de tous, pendant sa vie, il a été regretté de tous, après sa mort. La ville de Montpellier lui a décerné, le 20 mai, les honneurs funèbres dus aux grands citoyens, en attendant un hommage plus durable destiné à sa mémoire. »

## *Notice sur M. Girardin;* par M. Peligot.

« La Section d'Économie rurale vient de perdre son plus ancien Correspondant, M. J. Girardin, Directeur honoraire de l'École supérieure des Sciences de Rouen. Chimiste distingué, M. J. Girardin a consacré la plus grande partie de ses travaux aux applications de la Science à l'Agriculture, à l'Hygiène et à l'Industrie. Dès l'année 1835, il créait pour les ouvriers rouennais des cours de Chimie qui eurent un grand succès; plus tard il faisait des Conférences agricoles dans les différents cantons du département de la Seine-Inférieure. Sous le titre de *Leçons de Chimie élémentaire*, il a publié un excellent Ouvrage de vulgarisation qui a eu cinq éditions. On lui doit de nombreux Mémoires de Chimie appliquée, notamment *Sur les engrais; sur la garance; sur les eaux potables de la ville de Lille; sur l'analyse de plusieurs produits d'art d'une haute antiquité.* (Ce dernier travail a été inséré dans les *Mémoires des Savants étrangers* de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres; 1846-1852.) En 1858, M. J. Girardin fut envoyé à la Faculté des Sciences de Lille dont il devint le doyen; en 1868, il fut nommé recteur de l'Académie de Clermont-Ferrand; il revint à Rouen quelques années plus tard diriger l'École supérieure des Sciences; il est mort dans cette ville à l'âge de quatre-vingt-un ans.

» M. J. Girardin était le représentant le plus autorisé de l'industrie et de l'agriculture normandes. »

## *Notice sur M. Mac-Cormick.*

M. Mac-Cormick, Correspondant de la Section d'Économie rurale, à Chicago, est l'inventeur de la scie à mouvement rapide et alternatif, destinée à remplacer, dans les machines à faucher et à moissonner, les ciseaux proposés dans les premiers essais. Cette invention est le point de départ de la construction des appareils véritablement pratiques. La scie de M. Mac-Cormick est encore employée aujourd'hui sans modification importante. Sans elle, les moissonneuses seraient encore à l'état de curiosité, sans valeur pratique.

Un incendie, qui détruisit l'usine de M. Mac-Cormick, ne le découragea pas. Il se vengea en quelque sorte de la mauvaise fortune, en inventant, en 1845, sa moissonneuse rangeant automatiquement la récolte coupée à l'aide de cônes à hélices convenablement disposés.

Cette invention eut un grand succès et l'atelier de M. Mac-Cormick devint rapidement, pour ce genre de travaux, le plus important de l'Amérique entière. On y fabrique par an plus de 25 000 machines.

Lors de l'Exposition de 1878 à Paris, M. Mac-Cormick, âgé de quatre-vingt-trois ans, mais toujours actif et vigoureux, est venu assister aux succès de ses machines et recevoir, aux applaudissements de ses concurrents eux-mêmes, la croix d'officier de la Légion d'honneur.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note de M.* **H. Resal**, *accompagnant la présentation de la seconde édition de son « Traité élémentaire de Mécanique céleste ».*

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la seconde édition de mon *Traité élémentaire de Mécanique céleste.*

» Les points importants sur lesquels cette édition diffère de la précédente sont les suivants :

» J'ai groupé, dans une Introduction, les principales questions de Mécanique analytique et d'Analyse auxquelles je dois avoir recours dans le corps de l'Ouvrage.

» J'ai pris pour point de départ, dans la théorie analytique des perturbations, les théorèmes d'Hamilton et de Jacobi. J'ai pensé que, pour bien faire comprendre la nature du problème, il n'était pas inutile de faire précéder cette théorie des considérations géométriques dues à Newton, reprises ensuite par Lagrange, dans l'hypothèse où les planètes se mouvraient dans le plan de l'écliptique; dans cette dernière question, j'ai fait usage des accélérations de Poncelet en vue de ramener au premier ordre les éléments du second ordre.

» Les théories de l'attraction des sphéroïdes, des atmosphères des corps célestes, du mouvement de ces corps autour de leur centre de gravité, des marées, de l'influence du refroidissement de la Terre sur la durée du jour moyen, ont reçu de notables simplifications et des développements.

» En quelques pages, j'ai pu donner : 1° les équations de Laplace, relatives à la réfraction astronomique; 2° la théorie des perturbations des planètes dues à la non-sphéricité du Soleil, avec son application à Mercure.

» L'Ouvrage se termine par l'exposé des équations fondamentales de la Lune, en suivant la voie tracée par Laplace. »

COSMOLOGIE. — *Météorite tombée récemment en Perse, à Veramine, dans le district de Zerind, d'après une Communication de M.* Tholozan; par M. **Daubrée.**

« M. le Dr Tholozan, Correspondant de l'Académie, premier médecin de S. M. le Schah de Perse, a la bonté de m'adresser, par l'intermédiaire de notre confrère M. le baron Larrey, une météorite tombée, d'après lui, en février 1879 et signalée, d'autre part, comme tombée vers le 15 février 1880.

» La chute a eu lieu dans le district de Zerind, à 100$^{km}$ à l'ouest de Téhéran. Cette météorite a la forme d'un ovoïde un peu allongé; sa surface est très rugueuse. Le principal fragment, qui pèse 54$^{kg}$, est conservé dans le palais du Schah. Des nomades appartenant à la tribu des Chasevend-Bagdadi, entre Echtehard et Boughine, ont été témoins de la chute. Ils disent qu'elle a été accompagnée de détonations, de lumière et de fumée, c'est-à-dire des phénomènes habituels.

» Le morceau qui m'est envoyé, du poids de 87$^{gr}$, et que je présente à l'Académie, s'est détaché de lui-même lors de la chute, ainsi que quatre ou cinq autres fragments.

» On remarque tout d'abord un minéral lithoïde d'une belle couleur verte simulant celle du péridot, avec des clivages très nets et très brillants. Parmi les cristaux qui sont brisés, on distingue un pointement rhombique. D'après l'examen optique qu'a bien voulu en faire M. Des Cloizeaux, le minéral n'est pas un pyroxène, comme on aurait pu le supposer, mais de la bronzite. A travers $h_1$, on reconnaît deux axes écartés dans un plan parallèle à l'arête $h^1/m$ et une bissectrice négative normale à $h^1$. A travers $m$, le plan des axes est oblique à la lame; la bissectrice est symétrique par rapport à l'arête $m/m$. Sur quelques grains obliques à $m$ et à $h^1$, on voit un seul système d'anneaux excentré, montrant $\rho < \nu$. Il existe aussi des grains d'un silicate d'un vert foncé, sans clivage, actifs sur la lumière polarisée, infusibles et à peu près inattaquables aux acides. Ces grains offrent les caractères de la péchamite, minéral que Lawrence Smith a, pour la première fois, signalé dans la météorite d'Estherville. En outre, du péridot est mélangé, en petite quantité, à ces deux espèces.

» Outre ces silicates, la météorite dont il s'agit contient du fer nickelé en grenailles : le tout est cimenté par un réseau très fin de fer nickelé.

» Sa croûte, résultat de l'incandescence superficielle lors du trajet de l'atmosphère, est d'un noir mat et présente des rides ondulées.

» Elle appartient à la famille des syssidères. C'est un type remarquable,

identique avec celui des chutes qui ont eu lieu le 4 juillet 1842 à Barea, près de Logroño (Espagne), et le 10 mai 1879 à Estherville, Emmet-County, Iowa (États-Unis), et dont l'Académie a été entretenue à plusieurs reprises.

» Elle est identique également aux autres masses qui parsèment le désert de la Sierra de Chaco, en Bolivie, et à celles qu'on a découvertes en 1856 à Haiuholz, en Westphalie, et en 1860, à Newton-County, dans l'Arkansas. »

STATIQUE GRAPHIQUE. — *Sur un point de l'histoire des méthodes graphiques appliquées à l'art de l'ingénieur;* par M. L. LALANNE.

« Parmi les calculs qu'exige la rédaction des projets de travaux de nature à modifier le relief du sol, routes, canaux, chemins de fer, il n'en est guère de plus fastidieux et de plus longs que ceux qui se rapportent aux mouvements de terres. Le prix moyen d'un mètre cube de déblai transporté en remblai est déduit, par une véritable règle d'alliage, des volumes partiels des déblais et des distances auxquelles il faut les transporter jusqu'aux emplacements correspondants où ces déblais trouvent leur emploi en remblai.

» $P, P', P'', \ldots$ étant les volumes partiels à transporter, et $p, p', p'', \ldots$ les distances auxquelles ils sont respectivement employés, la distance moyenne a pour expression

$$\delta = \frac{Pp + P'p' + P''p'' + \ldots}{P + P' + P'' + \ldots} = \frac{\Sigma Pp}{\Sigma P}.$$

» Ayant eu, dès l'origine de ma carrière, à rédiger de nombreux projets de routes, et préoccupé de l'idée d'en abréger les calculs, j'avais d'abord proposé l'emploi d'un moyen mécanique pour l'évaluation de cette distance moyenne. La *balance à calcul,* que j'avais eu l'honneur de présenter à l'Académie en 1839, fut l'objet d'un Rapport favorable d'une Commission composée de MM. Arago, Savary et Coriolis (voir *Comptes rendus*, t. IX, p. 693). L'éminent Rapporteur, Coriolis, constatait que le temps de l'opération se trouvait, par l'emploi de ce moyen mécanique, réduit aux deux cinquièmes, en ne laissant qu'une chance d'erreur très faible; et qu'il le serait au quart si, comme cela est toujours convenable, habituellement même nécessaire, on faisait les vérifications des calculs ordinaires. L'économie de temps paraissait assez grande à la Commission pour mériter

d'être signalée et pour faire compter que l'usage de cette machine serait utile aux ingénieurs.

» Cependant les éléments partiels $P, P', P'', \ldots, p, p', p'', \ldots$ de la formule précédente, qui sont déduits des données mêmes du projet, n'en ressortent pas explicitement, et les opérations préliminaires auxquelles il faut se livrer pour dégager ces éléments constituent précisément la partie la plus longue, la plus sujette à erreur et la plus fastidieuse de l'ensemble des calculs dont la formule précédente n'est que le résultat final. Ce qu'on sait d'avance, c'est que la somme des volumes $P, P', P'', \ldots$ de déblai, rendue égale à celle des volumes de remblai, au moyen soit d'emprunts, soit de retroussements comptés à part, est connue *a priori*, et que la somme des distances partielles $p, p', p'', \ldots$ est égale à la longueur sur laquelle s'étendent les mouvements de terre.

» Il s'agissait de trouver un moyen simple et pratique de parvenir à la valeur de $\delta$ en dégageant, sans aucun calcul, les éléments des produits partiels, ou même leur somme $\Sigma Pp$, des données du projet, puis ensuite le quotient de cette somme par $\Sigma p$.

» Après de longues et pénibles recherches qui n'avaient pas d'abord abouti lorsque je n'employais que la balance à calcul, j'eus le bonheur de réussir en transformant en machine arithmétique le planimètre que ses constructeurs, MM. Oppikoffer et Ernst, n'employaient que pour la mesure des surfaces planes.

» Présenté à l'Académie en 1840, l'*arithmoplanimètre* fut, de la part d'une Commission composée de MM. Puissant, Coriolis et Savary, rapporteur, l'objet d'une appréciation plus favorable encore et plus décisive que la *balance à calcul* (*Comptes rendus*, t. X, p. 679). Ces savants constatèrent que l'emploi du nouveau procédé réduisait les calculs des transports de terre *à la dixième partie du temps* qu'ils exigeaient par la méthode anciennement suivie.

» Une grande publicité fut donnée, cette année même, à ce que le Conseil général des Ponts et Chaussées considérait, lui aussi, comme une importante découverte au point de vue de l'application à la rédaction des projets. Le Mémoire, inséré aux *Annales des Ponts et Chaussées* (2e sem. 1840), fut récompensé par la seconde des trois médailles d'or décernées chaque année par le suffrage des ingénieurs.

» Cependant l'emploi de la méthode ne se répandait guère en France. On était à l'étranger mieux avisé. La *Graphische Statik* du regretté Culmann, professeur au Polyteknicum de Zurich, dont la première édition a

été publiée en 1865, décrit, en l'attribuant à l'ingénieur bavarois Bruckner, un procédé graphique qui n'est autre chose que le mien, présenté sous une forme un peu différente.

» Il est même assez étrange que Culmann, qui m'a donné, sans me connaître, une place très honorable dans la *Graphische Statik*, ait aussi complètement méconnu l'identité des deux procédés, lorsqu'il écrit (Note au bas de la page 133 de la traduction française de MM. G. Glasser, J. Jacquier et A. Valat; Dunod, 1880) : « Il importe de remarquer que la repré-
» sentation graphique du mouvement des terres, dont il s'agit ici, diffère
» essentiellement de l'épure de la répartition des terrasses usitée en France.
» Dans cette dernière épure, les ordonnées représentent les *surfaces de dé-*
» *blai et de remblai* correspondant aux différents profils. » Mais non, je n'ai jamais rien dit de pareil. Il aurait suffi à l'éminent professeur de se reporter à mon Mémoire de 1840 (*Annales des Ponts et Chaussées*, p. 29, 2e sem. de cette année 1840) pour y lire en toutes lettres : « Imaginons
» que sur une droite prise pour base on élève des perpendiculaires pro-
» portionnelles aux *volumes de déblai et de remblai* et séparées entre elles
» par des distances proportionnelles aux distances des centres des entre-
» profils où ces volumes de déblai et de remblai peuvent être regardés
» comme concentrés..., etc. »

» C'est donc bien sur les *volumes* et non sur les *surfaces* que j'opérais dès lors.

» Le Rapport si clair et si catégorique de Savary fournirait encore, au besoin, une confirmation de ce qui précède pour les personnes qui n'auraient pas sous les yeux la collection des *Annales des Ponts et Chaussées*. « Supposons, dit-il, le tracé d'un chemin développé en ligne droite;
» aux points où doivent avoir lieu des déblais ou des remblais, élevons
» perpendiculairement à cette ligne des *ordonnées proportionnelles à leurs vo-*
» *lumes*, etc. ». (*Comptes rendus*, t. X, p. 679 et suiv.)

» La dissemblance prétendue, fondée sur ce que j'aurais employé des surfaces là où Bruckner employait des volumes, n'est donc que le résultat d'une erreur, et c'était bien en France que l'on inventait et appliquait, pour la première fois, un procédé qui ne devait être employé que postérieurement, en Allemagne, et publié beaucoup plus tard, comme je vais le dire.

» Adopté à l'étranger, ce procédé avait quelque chance d'être mieux accueilli en France, et c'est ce qui a eu lieu. La traduction française du beau Livre de Culmann, publiée en 1880, n'a pas manqué d'appeler de

nouveau l'attention sur une méthode de calcul qui abrège d'une manière aussi notable la rédaction des projets.

» La bienveillance des traducteurs m'a bien fait une place dans les Notes qu'ils ont jointes au texte; mais, en signalant quelques dissemblances qui n'existent pas, quelques erreurs que je n'ai pas commises, ils m'ont un peu trop réduit au rôle de simple vulgarisateur d'un procédé que j'ai bien le droit exclusif de revendiquer comme mien. M. Culmann, suivant son propre témoignage, aurait employé pour la première fois, en 1844, la méthode dont il s'agit, sous la direction de son maître et ami Bruckuer. Or cette méthode recevait, dès 1840, la publicité la plus étendue, par des documents imprimés, seule preuve admise en matière de priorité scientifique, tandis qu'elle n'apparaît *authentiquement* dans les auteurs allemands qu'en 1865, vingt-cinq ans plus tard. En admettant, comme je le fais sans hésiter, le témoignage de Culmann, que personne ne penserait à mettre en doute, Bruckner ne vient que quatre ans après les publications faites en France. Je suis loin cependant d'imputer à reproche à l'ingénieur allemand une ressemblance de procédé que la nature même des choses comportait; je ne puis, au contraire, que m'en féliciter. Il n'y a rien d'étonnant à ce que les mêmes besoins aient fait naître deux solutions identiques, ou peu s'en faut, dans deux pays différents. Seulement, il n'est pas sans intérêt de remarquer que, tandis qu'en France la nouvelle méthode de calcul fut d'abord exposée surtout comme une application du planimètre, instrument qui n'est pas indispensable pour en profiter, à l'étranger cette application n'a été faite que postérieurement.

» L'impulsion considérable imprimée aux Travaux publics sous le Ministère de M. de Freycinet devait naturellement engager l'Administration à recommander aux ingénieurs l'emploi de méthodes abrégées pour la rédaction des projets. C'est ce qu'elle ne manqua pas de faire en leur distribuant un *Recueil de types et de Tableaux et procédés graphiques* (circulaire du 30 juillet 1879), qui fut l'objet d'une Communication insérée aux *Comptes rendus* (18 août 1879). Le procédé même imaginé en 1840 y figure, ainsi que dans un article inséré aux *Annales des Ponts et Chaussées* (cahier d'août 1879), sous le titre : *Exposé de deux méthodes pour abréger les calculs des terrassements et des mouvements de terre*. L'explication détaillée du procédé a été pareillement reproduite dans les Notices explicatives réunies par les soins de l'Administration à l'appui de la part prise par le Ministère des Travaux publics, à l'Exposition universelle de 1880, à Melbourne, p. 407. Les ingénieurs de la Direction des chemins de fer de l'État ont d'ailleurs fait

usage de ma méthode pour les calculs du mouvement des terres, dans la rédaction de leurs projets, à partir du moment où je leur en ai conseillé l'essai. L'application du planimètre aux calculs du mouvement des terres avait été, peu après sa naissance, enseignée par feu Baron, alors professeur du cours de Routes à l'École des Ponts et Chaussées. Le professeur actuel a de nouveau fait entrer dans son enseignement la méthode rendue indépendante de l'usage de l'instrument; et il n'est pas un élève de l'École, ayant pris part depuis 1880 au concours ouvert chaque année pour la rédaction d'un projet de route, qui n'ait dressé l'épure dont il s'agit et qui n'ait été à même d'en comparer les résultats avec ceux des Tableaux numériques qu'il fallait autrefois rédiger d'une manière si pénible.

» En présence d'un aussi grand nombre de documents authentiques et d'applications qui remontent à près d'un demi-siècle, n'est-il pas permis de demander si le procédé que, après plusieurs années de recherches opiniâtres, j'ai imaginé pour régler et calculer le mouvement des terres, est réellement aussi peu connu en France que semblait le croire récemment un jeune auteur qui a jugé utile d'en annoncer l'existence et d'en expliquer l'usage, en l'attribuant, bien entendu, à l'Allemand Bruckner; et n'était-il pas naturel de rétablir la vérité étrangement altérée en un point de l'histoire des méthodes scientifiques appliquées à l'art de l'ingénieur?

» Je ne me fais pas d'ailleurs beaucoup d'illusion sur la portée de la revendication de priorité que je soumets aujourd'hui au jugement impartial de l'Académie. Cette revendication aura, je l'espère, sa complète approbation en présence des antécédents que je viens de rappeler, et dont les principaux lui appartiennent. Mais il est fort possible que, dans le monde des ingénieurs, ou du moins des calculateurs de projets, on s'obstine à désigner sous le nom d'un étranger, même en France, un procédé qui y a pris naissance et qui y recevra sans doute le plus d'applications. Il me suffira d'avoir consigné, dans ce Recueil des communications hebdomadaires faites à l'Académie où j'ai l'honneur de siéger, l'expression d'un sentiment légitime, et de croire que ceux qui liront ces lignes sauront à quoi s'en tenir. »

M. l'amiral **Paris** présente à l'Académie la seconde Partie de son Ouvrage intitulé : « Souvenirs de Marine ». Collection de plans ou dessins de navires et de bateaux anciens ou modernes existants ou disparus avec les éléments numériques nécessaires à leur construction. (*Pl. LXI à CXX.*)

A l'occasion de la Communication de M. l'amiral *Pâris*, M. **Dupuy de Lome** appelle l'attention de l'Académie sur l'utilité de la création d'une organisation permanente, en vue d'assurer la continuation de l'œuvre de l'amiral Pâris, sous sa direction tant que nous aurons le bonheur de le conserver, et après lui quand il ne sera plus. Notre École du Génie maritime a déjà une tâche assez lourde en enseignant à ses élèves la science des constructions navales, ses principes immuables avec leurs applications les plus récentes et sans cesse variables, sans pouvoir entreprendre de faire l'histoire des marines qui se succèdent et qui disparaissent.

Sans cette histoire et sans des documents précis, la constitution des derniers vaisseaux à trois ponts deviendra bientôt l'objet d'un problème analogue à celui que soulève de nos jours la constitution des trirèmes antiques.

Les monuments de pierre laissent après eux au moins des ruines qui les rappellent; mais rien ne reste des plus beaux navires démolis.

M. Dupuy de Lôme demande donc qu'une Commission spéciale de l'Académie soit chargée d'étudier un projet d'organisation permanente pour la conservation de documents précis concernant le matériel naval de guerre et de commerce.

Cette proposition, appuyée par M. Janssen, est renvoyée par l'Académie à la Section de Navigation.

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1884.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

*Prix Montyon* (*Arts insalubres*) : MM. Boussingault, Peligot, Schlœsing, Pasteur et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chevreul et Fremy.

*Prix Trémont :* MM. Bertrand, Tresca, Phillips, Lévy et Jamin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Rolland et Haton de la Goupillière.

*Prix Gegner :* MM. Bertrand, Jamin, Pasteur, H. Milne-Edwards et Hermite réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Berthelot et Fizeau.

*Prix Delalande-Guérineau :* MM. Alph. Milne-Edwards, Jurien de la Gravière, Bouquet de la Grye, d'Abbadie et de Lesseps réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Perrier et Mouchez.

*Prix Jérôme Ponti :* MM. H. Milne-Edwards, Bertrand, Jamin, Chevreul et Fremy réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Hermite.

Commission chargée de présenter une question de Prix Gay (Géographie physique) pour l'année 1886 : MM. Daubrée, Perrier, d'Abbadie, Bouquet de la Grye et H. Milne-Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Jurien de la Gravière et Gaudry.

## MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE. — *La découverte de la mer Intérieure africaine.* Note de M. **Rouire.**

« Les géographes et les historiens anciens nous ont donné des renseignements très minutieux sur une ancienne mer qu'on désignait sous le nom de grande baie de Triton, et qui pénétrait profondément en Afrique. Les textes de Scylax, d'Hérodote, de Pomponius Méla et de Ptolémée établissent clairement que l'ancienne mer Intérieure africaine, et que le fleuve Triton, qui venait y aboutir, étaient situés au nord d'Hadrumète.

» Un nouveau bassin hydrographique vient d'être découvert dans la Régence. Une grande rivière, inconnue jusqu'ici, descend de Tébessa, se réunit dans la plaine de Kairouan à une autre grande artère qu'on appelle l'oued Marcuelil, puis, sous le nom d'oued Bagla, traverse le lac Kelbiah et va se perdre dans le golfe de Hammamet.

» Cet oued Marcuelil est l'ancien fleuve Triton. Comme ce fleuve, l'oued Marcuelil est la rivière qui vient immédiatement après celle du Bagradas (aujourd'hui la Medjerdah); il est situé au midi du mont Dios (le Djouzar actuel), entre Carthage et Hadrumète enfin. De même que le fleuve Triton prenait sa source au mont Ousaletou, de même l'oued Marcuelil prend sa source au mont Ousselet.

» Le lac Kelbiah est l'ancien lac Triton. Ce lac, nouvellement reconnu, est le plus important de l'Afrique du Nord ; il a $45^{km}$ de pourtour à ses

basses eaux, une longueur de $19^{km}$, contient de l'eau en toute saison. Il occupe le centre d'une vaste dépression comprise entre les Souatirs et les escarpements du plateau d'El-Homk. Chaque crue de l'oued Bagla, qui vient s'y jeter, fait varier le niveau du lac. Au commencement de 1883, la surface recouverte par lui était de $13000^{ha}$, la nappe d'eau avait une profondeur de $3^{m},50$ et un volume évalué à 350 millions de mètres cubes. Lorsque la crue est très forte, les eaux du lac s'écoulent dans la sebkha Djeriba, et de là, par les fissures d'un cordon littoral, dans la mer.

» L'ancienne mer d'Hérodote et de Scylax se trouve dès lors reconstituée, avec toutes ses particularités. D'après Scylax, la baie de Triton avait mille stades de pourtour; l'entrée de cette baie est étroite : on y voyait une île au reflux de la mer. Cette île, d'après Hérodote, se nommait l'île de Phla.

» De hautes falaises, les falaises d'El-Homk, traces irrécusables de l'ancienne mer Intérieure, se voient dans l'intérieur des terres, à $30^{km}$ du littoral. Ces falaises indiquent les limites extrêmes de l'ancienne mer de Triton. Avec les Souatirs, elles forment un demi-cercle de hauteurs qui entourent le lac, demi-cercle fermé du côté de la terre, ouvert du côté de la mer. Si l'on fait le relevé du pourtour de ce demi-cercle qu'on prolonge jusqu'à la mer, on voit que son périmètre mesure sensiblement un développement de mille stades, soit $185^{km}$.

» L'étroitesse de la communication de la baie peut être aussi déterminée. L'ancienne bouche de communication correspond évidemment à la longueur du cordon littoral actuel formé entre la sebkha Djeriba et la mer. Or, ce cordon littoral n'a pas une longueur supérieure à $2000^{m}$.

» L'île de Phla, qui rétrécissait l'entrée de la baie de Triton, peut facilement être retrouvée. C'est un îlot qui est encore rendu visible chaque fois que le lac Kelbiah dégorge et communique avec la mer. Son emplacement est bien là même où Hérodote et Scylax ont mis leur île, c'est-à-dire à l'entrée de la baie de Triton. Dès leur entrée dans la baie, les eaux se divisaient au pied même de l'île, et de là allaient se répandre dans l'intérieur du continent.

» Enfin le seul auteur ancien qui ait déterminé l'emplacement de la baie de Triton, Scylax, dit formellement, et à deux reprises, que cette mer formait, au nord d'Hadrumète, le fond du grand golfe compris entre Hadrumète et Néapolis (aujourd'hui Nebeuil).

» M. Roudaire persiste cependant dans l'idée première qui a servi de point de départ à ses études : « La baie de Triton, me répondit-il dans une

» étude parue le 1er mai 1884, était bien réellement située dans le bassin
» des chotts, c'est-à-dire dans le bassin de la future mer Intérieure afri-
» caine. »

» En dehors des textes pourtant si formels qui déterminent l'emplacement de cette mer au nord de Sousa, les indications topographiques de la région des chotts s'opposent d'une manière absolue à l'adoption de son système. Si les chotts Melrhir, Rharsa et Djérid étaient l'ancienne mer Intérieure africaine, cette mer eût eu $700^{km}$ ou $800^{km}$ de pourtour, et non un faible développement de 1000 stades. Le chott Djérid n'a pu être le fond de l'ancienne baie, puisqu'il est élevé de $18^m$ à $20^m$ au-dessus du niveau de la mer, et que rien ne pourrait expliquer cet exhaussement considérable d'une surface de $8000^{kmq}$, qui couvre presque tout le sud de la Tunisie. Le Nifzaoua n'est pas l'île de Phla, car il n'a jamais pu être une île, étant soudé au continent par une chaîne rocheuse élevée qui se prolonge dans l'intérieur. Le seuil de Gabès, non plus, n'a jamais été un cordon littoral récent, puisque la nature de ses assises géologiques (grès, gypse, calcaire), leur hauteur, les débris d'habitations préhistoriques trouvés dans son voisinage s'y opposent. L'oued Djeddi n'est pas le fleuve Triton, puisqu'il ne se jette pas dans la mer, mais bien dans le chott Melrhir, à plus de $300^{km}$ du golfe de Gabès. Les textes anciens relatifs à la baie de Triton et au fleuve Triton ont été ou mal lus, ou mal interprétés, ou même n'ont pas été cités, et ce sont précisément tous ceux qui fixaient l'emplacement de la mer de Triton et du fleuve Triton au nord d'Hadrumète, qui n'ont pas été mentionnés par M. Roudaire.

» La disparition de la baie de Triton a eu lieu pendant la période qui sépare Scylax de Pomponius Méla. La formation du cordon littoral d'Erghéla en a été la cause première; cette formation est due à l'action des vents nord-est-sud-est. Le cordon littoral formé, la baie de Triton ne reçut plus de la mer une quantité d'eau égale à celle qu'elle perdait par l'évaporation. Les eaux se retirèrent dans les dépressions les plus profondes, puis disparurent. Le lac Kelbiah resta seul, parce que dans son lit viennent s'accumuler toutes les eaux de la Tunisie centrale, amenées par l'oued Bagla.

» Le lac Kelbiah se trouve, d'après de récentes mensurations, à $15^m,50$ au-dessus de la mer. Le lac Triton a été aussi au-dessus de la mer, puisqu'à l'époque de Ptolémée il était sur le parcours du fleuve Triton, qui se jetait dans la mer. Pour que la baie de Triton se soit transformée en un lac ayant une altitude supérieure à celle de la mer, il faut nécessairement

admettre que son fond ait subi un exhaussement partiel et en donner les causes.

» Le volume d'eau moyen annuel qu'envoie l'oued Bagla dans le lac Kelbiah est de 200 millions de mètres cubes. Ces eaux sont fortement chargées de limon. En prenant comme point de départ la proportion de limon charrié par le Nil, c'est-à-dire en comptant sur $\frac{1}{120}$ de limon, le cube de limon charrié par le Bagla est de 1 666 666$^{mc}$. En répartissant ce nombre de mètres cubes sur une surface de 8000$^{ha}$, qui est celle du lac Kelbiah à ses plus basses eaux, un ingénieur, M. de Campou, évalue l'exhaussement annuel du fond du lac Kelbiah à 0$^{m}$,2. Il est donc permis de conclure que, à une époque très rapprochée de nous, le fond du lac Kelbiah a été au-dessous du niveau de la mer, et a communiqué avec les eaux du golfe de Hammamet. »

M. de Lesseps présente les remarques suivantes, à propos de la Communication de M. *Rouire*.

« En prenant la parole, je n'ai pas l'intention de répondre au Mémoire de M. le Dr Rouire, l'usage ne permettant pas d'établir de discussion sur une Communication présentée par une personne étrangère à l'Académie.

» Je ferai seulement observer que la question de la mer intérieure du colonel Roudaire, dont le projet a été l'objet de l'attention de l'Académie, ne dépend pas de la comparaison de la géographie ancienne, relative à la baie de Triton, avec la situation actuelle des terrains au sujet desquels les explorateurs ne sont pas d'accord.

» Cette étude appartient surtout à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, comptant dans son sein des savants comme M. Tissot, lequel a visité les lieux et ne me semble pas être en cause à l'occasion du projet de mer intérieure du colonel Roudaire.

» En effet, que la baie de Triton ait été située, il y a plusieurs siècles, au sud ou au nord de la baie actuelle de Gabès, il résulte des observations certaines et des calculs scientifiques du colonel Roudaire qu'il existe dans le désert, entre la Tunisie et la Tripolitaine, au-dessous du niveau de la mer, des bassins représentant une superficie dix-sept fois plus grande que celle du lac de Genève et pouvant communiquer avec la côte par un canal maritime. »

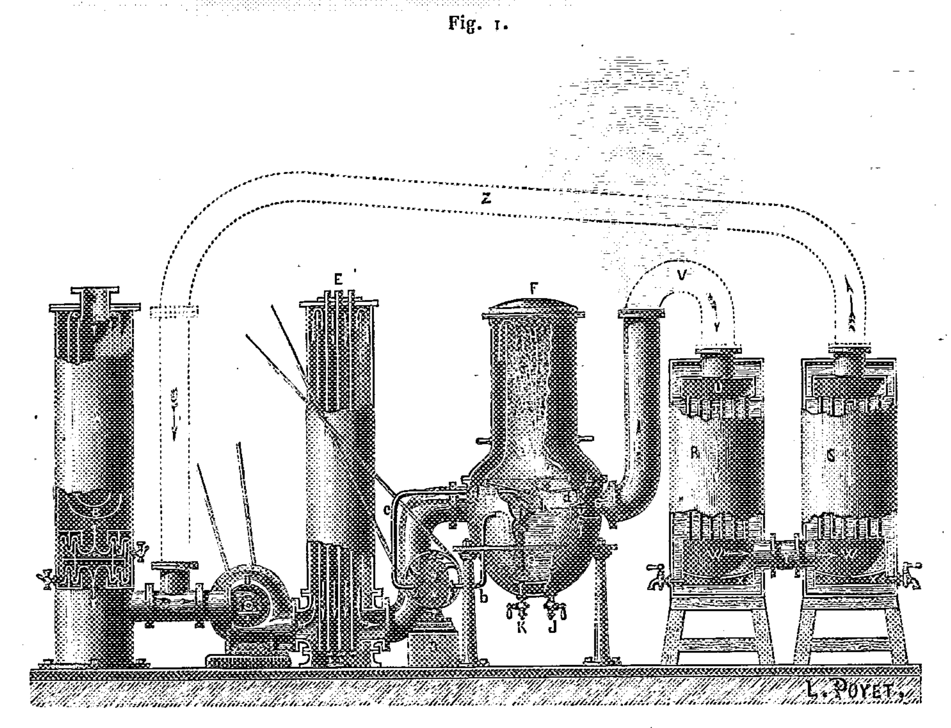
## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Description d'un nouvel appareil d'évaporation et de distillation propre à opérer le traitement pneumatique des jus sucrés* [1]. Mémoire de M. P. Calliburcès. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Guidé par des essais réitérés, nous sommes arrivé à donner à notre appareil pneumatique d'évaporation et de distillation une disposition plus avantageuse, la suivante : un épurateur, A (*fig.* 1), consistant en un réservoir cylindrique, qui contient plusieurs filtres, B (en ouate enveloppée

Fig. 1.



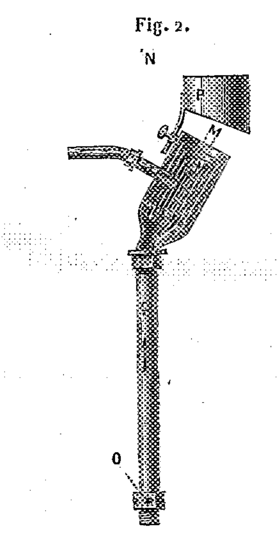

d'étoffe), disposés concentriquement autour de l'ouverture par laquelle l'air pénètre, opère la purification de ce dernier. Quand une purification plus complète de l'air est jugée nécessaire, on augmente alors le nombre des filtres et les dimensions de l'épurateur, et l'on ajoute, à la partie inférieure de ce dernier, un laveur, C, disposé de telle façon, que l'air est

---

[1] Voir *Comptes rendus*, séances des 19 mai et 2 juin 1884.

forcé, après son passage à travers les filtres, de barboter dans l'eau à plusieurs reprises. Un ventilateur, D, aspirant l'air, déjà purifié, dans l'épurateur, produit un courant d'air, qui traverse d'abord deux fois, premièrement de bas en haut et ensuite de haut en bas (disposition qui empêche la perte du calorique), une colonne de chauffage, E, puis arrive dans la cavité de l'évaporatoire, F, où le liquide est continuellement pulvérisé en jets dirigés de bas en haut, la traverse de haut en bas et s'échappe, avec les vapeurs qu'il entraîne, de cette cavité par une ouverture, G. Deux plaques horizontales parallèles, H, fixées au sommet de l'évaporatoire, percées d'un grand nombre de trous, disposés de telle façon que ceux de l'une ne correspondent pas à ceux de l'autre, empêchent les jets du liquide pulvériforme de pénétrer dans le conduit qui amène l'air dans l'évaporatoire, tout en laissant libre passage au courant d'air. Un robinet, I, permet d'introduire le liquide; l'orifice, L, du canal de remplissage de ce robinet, se trouvant à une hauteur un peu inférieure à la fente, M, du pulvérisateur, N (*fig.* 1 et 2), sert de trop-plein et empêche que cette fente soit submergée. Un second robinet, J, sert à extraire, de temps à autre, un

Fig. 2.




échantillon du liquide pour juger du degré de densité auquel il a été porté et à le faire écouler, quand il a été suffisamment concentré. Le troisième robinet, K, sert à mettre en communication avec le pulvérisateur, au moyen d'un tuyau, le liquide à traiter, quand ce dernier est contenu dans un récipient particulier.

» Quand on se sert d'un courant d'air forcé pour opérer la pulvérisation

du liquide, la pompe à air qui produit ce courant aspire l'air dans l'épurateur et le refoule à travers la fente annulaire et très étroite, M, du pulvérisateur, N. Le courant d'air forcé aspire le liquide (dans lequel plonge le tube d'aspiration, Q, pourvu d'ouvertures, O, par lesquelles le liquide y pénètre) et en forme autant de jets qu'il y a de conduits. Ces jets se brisent sur la face intérieure d'un petit tambour, P, et se transforment en poussière très fine. Quand le liquide est contenu dans un récipient particulier, on le met alors en communication avec le tube d'aspiration, Q (dont on supprime les ouvertures, O), au moyen d'un tuyau fixé au robinet K.

» Comme par l'emploi d'un courant d'air forcé nous ne pouvions pas obtenir la pulvérisation et, par conséquent, le traitement d'une grande quantité de liquide dans un court laps de temps, nous avons adopté pour la pulvérisation l'emploi d'une pompe à liquides, *a*, dont le tuyau d'aspiration, *b*, plonge dans le liquide et le tuyau de refoulement, *c*, communique avec la fente, M, du pulvérisateur.

» Si l'on emploie l'appareil pour opérer seulement l'évaporation, le courant d'air, avec les vapeurs qu'il entraîne, est alors rejeté dans l'atmosphère; mais si l'on s'en sert comme appareil de distillation, on fait alors passer le courant à travers un ou plusieurs condenseurs spéciaux, R, S, ..., dont chacun consiste en un réservoir (plein d'eau froide), contenant un grand nombre de tubes verticaux, T, qui mettent en communication entre eux deux tambours, un supérieur et un inférieur. Le tambour supérieur, U, du condenseur à courant descendant, R, communique par un large tuyau, V, avec l'ouverture, G, de l'évaporatoire. Chacun des tambours inférieurs est divisé par une cloison médiane en deux compartiments, un supérieur, W, plus grand, et un inférieur, X. Les deux compartiments supérieurs communiquent entre eux par un tuyau, Y (par lequel le courant d'air passe du premier des condenseurs au second), et chacun d'eux par une petite ouverture, pratiquée au milieu de la cloison médiane, avec le compartiment inférieur, où s'assemble le produit de la distillation. Le tambour supérieur du dernier des condenseurs est en communication, soit avec l'air extérieur, soit, par un tuyau, Z, avec le canal d'aspiration du ventilateur. Dans ce dernier cas, le même air continue à circuler dans l'intérieur de l'appareil. Cette manière d'opérer permet d'éviter la perte de vapeurs utiles.

» Pour empêcher d'une manière absolument certaine l'entraînement de particules du liquide pulvériforme par le courant d'air, nous avons pourvu l'appareil d'une plaque, *d*, légèrement concave (à concavité tournée vers le haut), portant au centre une large ouverture, au milieu de laquelle se trouve

l'extrémité supérieure du pulvérisateur. Cette disposition offre l'avantage suivant : le courant d'air, pour sortir de l'évaporatoire, est forcé de passer par l'ouverture de la plaque et de traverser les parois de la nappe tubulaire formée continuellement par la portion du liquide pulvérisée qui retombe sur la face concave de la plaque et coule par les bords de l'ouverture.

» Les *conclusions* que nous croyons pouvoir déduire des résultats obtenus de recherches que nous avons exposées dans nos précédentes Communications (¹) sont les suivantes :

» 1° En soumettant le jus de raisin au traitement pneumatique par courant d'air, soit non purifié, soit purifié, à la température ordinaire ou chauffé jusqu'à 65°, et en poussant ce traitement jusqu'à réduction notable de la partie aqueuse du jus, la fermentation commence plus vite et dure plus longtemps dans ce jus que dans celui qui n'a pas été soumis à ce traitement. 2° L'air, aussi bien à la température ordinaire que chauffé jusqu'à 65°, employé dans le traitement pneumatique du jus de raisin, alors même que ce traitement a été continué jusqu'à notable réduction de la partie aqueuse du jus, n'altère ni la matière colorante, ni les autres principes constitutifs du jus. 3° En soumettant le jus de raisin au traitement pneumatique par courant d'air non purifié, on détermine le développement, pendant la fermentation, de végétations parasitaires, formant un sédiment cotonneux, qui est considérable, si l'on a poussé le traitement jusqu'à réduction notable de la partie aqueuse du jus. 4° Le développement des végétations parasitaires dans un liquide fermenté provenant d'un moût, dont la densité a été augmentée, par le traitement pneumatique à l'air non purifié, à un degré suffisant pour produire un liquide fermenté contenant 17,30, ou au-dessus, pour 100 d'alcool en volume, ne constitue pas une condition incompatible avec la conservation du liquide. 5° En soumettant le jus de raisin au traitement pneumatique par courant d'air purifié et en poussant ce traitement même jusqu'à augmentation notable de la densité du jus, aucun sédiment cotonneux ne se forme plus dans le liquide fermenté résultant du jus ainsi traité. 6° Le traitement pneumatique, en augmentant la densité d'un jus de raisin contenant de l'eau en excès, ne produit pas seulement un liquide fermenté d'une richesse alcoolique supérieure à celle que posséderait le vin provenant du même moût non pneumatisé, mais il accroît encore la proportion des

(¹) *Comptes rendus*, séances des 19 mai et 2 juin 1884.

autres produits volatils de la fermentation, ainsi que des principes fixes (de l'extrait sec) par rapport à l'eau.

« Nous avons obtenu des résultats analogues de l'étude expérimentale de l'influence du traitement pneumatique sur la fermentation du jus d'autres fruits sucrés et sur celle du moût de bière. »

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage portant pour titre : « Explorations et missions de *Doudart de Lagrée* ». Extraits de ses manuscrits, mis en ordre par M. *de Villemereuil.* (Présenté par M. Jurien de la Gravière.)

2° Des Tables pour le calcul des réductions stellaires, par M. *F. Folie.* (Présentées par M. Tisserand.)

3° Un Ouvrage intitulé : « Manuel hydrologique du bassin de la Seine », par MM. *A. de Préaudau* et *G. Lemoine.* (Présenté par M. Lalanne.)

4° Un Ouvrage intitulé : « Documents relatifs à la mission dirigée au sud de l'Algérie par le lieutenant-colonel Flatters ». (Présenté par M. Daubrée.)

5° Un Ouvrage intitulé : « Géologie agricole », par M. *Eugène Risler.* 1re Partie, ou Cours d'Agriculture comparée fait à l'Institut national agronomique. (Présenté par M. Daubrée.) L'auteur fait ressortir, par de nombreux exemples, les services que la Géologie peut rendre à l'Agriculture.

6° Des « Tables de réfractions »; par M. *Radau.* (Présentées par M. Tisserand).

Ces Tables ont été calculées dans l'hypothèse d'Ivory, qui suppose que la température de l'air décroît comme sa densité. Les premières Tables que M. Radau avait publiées en 1881 (*Annales de l'Observatoire de Paris,* t. XVI) étaient à double entrée, et il eût fallu les étendre beaucoup, pour rendre les interpolations tout à fait faciles; M. Radau a réussi à les transformer, de manière à atteindre complètement ce but. Les Tables actuelles semblent appelées à rendre de grands services aux astronomes.

L'**Université John Hopkins** de Baltimore fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de la médaille offerte à M. le professeur *Sylvester* pour

consacrer le souvenir de l'enseignement de l'illustre géomètre à l'Université John Hopkins.

M. **Quet** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Physique, par suite de la nomination de M. *Jamin* aux fonctions de Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Ch. Brame** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Chimie, par suite du décès de M. *Wurtz*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Les taches polaires de Vénus.* Note de M. **E.-L. Trouvelot** (Observatoire de Meudon), présentée par M. Janssen.

« Mes observations sur les taches polaires de Vénus, dont j'ai récemment entretenu l'Académie, viennent, je crois, prêter leur appui et, pour ainsi dire, confirmer l'exactitude des mesures que MM. Bouquet de la Grye et Arago ont faites sur les photographies de cette planète, obtenues lors du dernier passage de Vénus sur le Soleil. En effet, les observations et les dessins que j'ai faits les 15, 16, 22 et 23 janvier 1883, montrent que la tache polaire sud de Vénus paraissait très grande et très brillante à cette époque, tandis que la tache polaire nord n'était que peu ou point visible. Il paraît certain, d'après ces observations, que la tache polaire sud de Vénus occupait sur le limbe, le 6 décembre 1882, une position pour ainsi dire identique à celle de la protubérance mesurée par MM. Bouquet de la Grye et Arago. Il me semble donc qu'il est très probable, sinon certain, que la protubérance photographiée et mesurée n'est rien autre que la tache polaire sud que j'ai observée.

» Très souvent les taches polaires de Vénus m'ont paru se projeter en dehors du limbe. Bien que l'irradiation puisse expliquer ce phénomène, mes observations, cependant, me conduisent plutôt à penser que la projection est réelle. Depuis que j'ai reconnu l'existence de ces taches, en 1877, celle du sud m'a toujours paru plus visible et plus brillante que celle du nord; et vers la fin de janvier 1878, peu de temps avant le passage de Vénus à sa conjonction inférieure, cette tache m'est apparue en plusieurs occasions

comme si elle était composée de pics nombreux et très brillants qui montraient leur profil sur le ciel.

» Sur plusieurs des photographies qui ont été obtenues lors des passages de 1874 et de 1882, on a remarqué un curieux gonflement de l'auréole lumineuse qui entoure la planète; il serait intéressant de chercher à reconnaître si ce gonflement correspondait avec les taches polaires de Vénus à ces époques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les irrationnelles du second degré.* Note de M. **A.-E. Pellet.**

« Étant donnée une équation à coefficients entiers, $Dx^2 + Ex + F = 0$, posons $E^2 - 4DF = g^2 A$, $g$ et A étant des entiers, le dernier A non divisible par le carré d'un nombre premier, et positif ou négatif selon le signe de $E^2 - 4DF$; et

$$y^2 - A = 0 \quad \text{si} \quad A \equiv -1 \pmod{4},$$
$$y^2 + y + A_1 = 0 \quad \text{si} \quad A \equiv 1 \pmod{4},$$

$A_1$ désignant l'entier $\frac{1-A}{4}$. Il est clair que toute fonction rationnelle de $x$ peut s'exprimer rationnellement en fonction de $y$, et inversement. Mais une fonction rationnelle de $x$ n'est un *nombre entier algébrique* que dans le cas où elle se ramène à une fonction entière de $y$.

» Lorsque A est égal à l'un des nombres

$$(a) \qquad -1, \quad \pm 2, \quad \pm 3, \quad 5, \quad -7, \quad -11, \quad 13,$$

les fonctions entières de $y$ jouissent de la propriété fondamentale des nombres entiers; elles ne sont décomposables que d'une seule manière en un produit de facteurs premiers. De là résulte que tout diviseur de $m^2 - An^2$, ou de $m^2 + mn + A_1 n^2$, suivant que A est congru à $-1$ ou à $+1$, mod. 4, peut au signe près se mettre sous la même forme. Mais cela n'a plus lieu si A n'est pas un des nombres $(a)$, même dans le cas où se place M. de Jonquières (*Comptes rendus,* 2 juin). Ainsi $47 = 2.23 + 1$ divise certainement des nombres de la forme $\frac{m^{23} - n^{23}}{m - n}$; mais le produit de 47 par 4 n'est pas de la forme $m^2 + 23n^2$. »

MÉCANIQUE. — *Sur la position à attribuer à la fibre moyenne dans les pièces courbes.* Note de M. **H. Léauté.**

« Dans la théorie de la résistance des matériaux, on désigne sous le nom de *fibre moyenne* des pièces droites ou courbes, une ligne idéale que les auteurs définissent de l'une des manières suivantes : tantôt ils la considèrent comme le lieu des centres de gravité des sections normales, tantôt, ainsi que l'a fait M. Bresse, comme le lieu de leurs centres d'élasticité [1].

» Quelle que soit la définition adoptée, on démontre, dans le cas des pièces droites, que les flexions doivent s'effectuer autour d'axes rencontrant cette fibre moyenne pour donner naissance à de simples couples, et, cette démonstration faite, on admet la même règle pour les pièces courbes.

» Cette généralisation suppose, ainsi qu'on le fait remarquer d'ailleurs, que le rayon de courbure de la fibre moyenne est grand, par rapport aux dimensions transversales de la pièce.

» Mais, bien que cette condition soit souvent remplie, elle peut cependant n'être plus admissible lorsqu'il s'agit de pièces à petit rayon de courbure; il importe alors de donner une nouvelle définition de la fibre moyenne qui, se confondant avec l'ancienne dans le cas des pièces droites, permette de s'affranchir, pour les pièces courbes, de la restriction précédente.

» Si l'on se reporte à la démonstration par laquelle on prouve que, dans une pièce prismatique, la résultante de translation des forces élastiques dues à une flexion est nulle quand l'axe de flexion passe par le centre d'élasticité de la section normale, on voit que cette démonstration est uniquement basée sur ce fait que toutes les fibres élémentaires séparant deux sections normales consécutives ont même longueur dans l'état naturel. Le mode de répartition des tensions ne dépend point, dès lors, de cette longueur.

» Dans la pièce courbe, au contraire, les éléments de fibre que l'on considère entre deux sections normales ont des longueurs variables et proportionnelles à la distance qui les sépare de l'intersection des deux plans normaux consécutifs. Si donc l'on prend la surface polaire enveloppe des

(1) M. Bresse a appelé *centre d'élasticité d'une section normale* le centre de gravité que l'on obtiendrait pour cette section en attribuant à chacun de ses éléments superficiels une densité égale à son coefficient d'élasticité longitudinale, ou transversale.

plans normaux, on voit que chacun des éléments de fibre compris entre deux plans définissant une génératrice de cette surface développable a une longueur proportionnelle à la distance de l'élément à cette génératrice. Il est clair, d'après cela, que chaque point d'une section normale étant soumis à une force qui dépend de la longueur de l'élément de fibre correspondante, le centre de gravité, aussi bien que le centre d'élasticité, ne peuvent plus jouer le rôle qu'ils remplissaient dans les pièces droites.

» Il faut donc, pour rentrer dans la rigueur en ce qui concerne la théorie des pièces courbes et pour se conformer exactement aux principes mêmes de la résistance des matériaux, tenir compte de la circonstance qui vient d'être exposée.

» On reconnaît aisément qu'il suffit, pour cela, d'attribuer à chaque élément superficiel de la section normale un coefficient d'élasticité variant, toutes choses égales d'ailleurs, en raison inverse de la distance de l'élément à la droite polaire correspondant à la section considérée.

» Sous la réserve de cette modification, on pourra appliquer aux pièces courbes, quel que soit leur rayon de courbure, les procédés de calcul relatifs aux pièces droites.

» Mais, comme la correction à opérer est généralement faible, il sera souvent possible de se borner à une approximation que nous allons indiquer et qui, suffisante pour les besoins de la pratique, a l'avantage de conduire à un énoncé particulièrement simple.

» Si nous appelons $X_0$ la distance du centre d'élasticité d'une section normale à la droite polaire correspondante, la distance à cette droite de tout autre point de la même section pourra être représentée par $X_0 + x$, $x$ étant petit par rapport à $X_0$, puisque les dimensions transversales de la pièce sont petites par rapport à son rayon de courbure.

» Il est, dès lors, permis de remplacer $\frac{1}{X_0 + x}$ par $\frac{X_0 - x}{X_0^2}$.

» Or $X_0 - x$ représente la distance de l'élément considéré à une droite du plan de la section normale symétrique de la droite polaire par rapport au centre d'élasticité.

» On peut donc, au lieu de faire varier le coefficient d'élasticité de chacun des éléments d'une section en raison inverse de la distance à la droite polaire, le faire varier proportionnellement à la distance qui le sépare de la droite symétrique.

» Chaque élément d'une section normale se trouve ainsi soumis à une force perpendiculaire au plan de cette section et proportionnelle à la dis-

tance de cet élément à la seconde droite; par suite, la résultante de toutes les actions appliquées à la section normale passe par le centre de percussion de cette section par rapport à la seconde droite.

» Nous pouvons, par suite, énoncer le théorème suivant :

» *Lorsqu'on applique à une pièce courbe, de faible rayon de courbure, les formules établies pour les pièces droites, il convient de prendre pour définition de la fibre moyenne, non le lieu des centres de gravité ou d'élasticité proprement dits des sections normales, comme on le fait d'ordinaire, mais le lieu des centres de percussion de ces mêmes sections correspondant, pour chacune d'elles, à la droite symétrique de la droite polaire par rapport au centre d'élasticité.*

» Il est facile de voir d'ailleurs que cet énoncé s'applique aux pièces droites, et que l'on retombe alors sur la définition connue. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur quelques composés colloïdaux dérivés de l'hydrate ferrique.* Note de M. E. GRIMAUX, présentée par M. Friedel.

« *Dérivés alcalino-ferriques des alcools polyatomiques.* — H. Rose a fait voir, en 1827, que la glycérine, la mannite, le sucre, le glucose empêchent la précipitation des sels ferriques par les alcalis [1]. Pensant que ces solutions alcalino-ferriques renferment des corps colloïdaux, j'ai constaté qu'elles en présentent, en effet, le caractère et qu'elles peuvent se coaguler par la chaleur ou les sels en donnant des masses gélatineuses insolubles. Les essais ont été faits surtout avec les solutions alcalino-ferriques de glycérine, mais le caractère colloïdal se retrouve également dans les solutions alcalino-ferriques de mannite, d'érythrite et de sucre.

» Quand on ajoute à la glycérine du perchlorure de fer, puis de la potasse, on obtient un précipité qui se redissout dans un excès d'alcali; la solution se coagule dans des conditions variées, suivant les proportions d'eau, de glycérine et de potasse.

» Une solution renfermant :

| | |
|---|---|
| I. Glycérine | $5^{gr}$ |
| Perchlorure de fer à 30° | $10^{cc}$ |
| Eau | $40^{gr}$ |
| Potasse (D = 1,132) | $10^{cc}$ |

(1) *Annales de Chimie*, t. XXXIV, p. 271; 1827.

donne immédiatement à l'ébullition un coagulum épais; mais, si la proportion de glycérine est plus forte dans le mélange, soit qu'on fasse la solution précédente en ne mettant que 20$^{gr}$ d'eau, soit qu'à cette même solution on ajoute son volume de glycérine, la liqueur ne se coagulera pas par la chaleur. On lui rendra la propriété de se coaguler en l'additionnant d'eau.

» De même une solution renfermant :

| | | |
|---|---|---|
| II. | Glycérine | 10$^{gr}$ |
| | Perchlorure de fer à 30° | 20$^{cc}$ |
| | Potasse (D = 1,132) | 17$^{cc}$ |

ne se coagulera à l'ébullition que si on l'additionne de 5$^{vol}$ d'eau, mais si l'on y ajoute en même temps de la glycérine, elle ne se coagulera pas.

» Le chlorure de sodium en solution saturée favorise la coagulation, qui a lieu alors en présence d'une moindre quantité d'eau; il en est de même de la potasse en excès; ainsi une solution, que 1$^{vol}$ d'eau ne rend pas coagulable à chaud, se coagulera très bien par l'addition de 0$^{vol}$,5 de potasse.

» Avec les solutions pauvres en glycérine, la coagulation a même lieu spontanément à froid; ainsi la solution I, additionnée de 3$^{vol}$ d'eau, se coagule au bout de cinq à six jours et, avec un volume d'eau, au bout de douze jours environ.

» La coagulation des solutions alcalino-ferriques de glycérine, soit à chaud, soit à froid, est donc déterminée par la proportion de glycérine du mélange; elle a lieu seulement quand la glycérine descend au-dessous d'une certaine limite; toute cause qui en diminue la proportion amène la coagulation : c'est ce qu'on a observé en soumettant des liqueurs riches en glycérine à la dialyse; d'abord elles perdent leur excès de potasse, puis de la glycérine, et sont alors coagulables par la chaleur; finalement elles se prennent dans le dialyseur même en une gelée ferme et épaisse.

» Il est donc démontré que la coagulation est due à une dissociation amenée par l'action de l'eau qui enlève de la glycérine et détermine la formation d'un glycérinate de fer basique.

» Toutes les solutions coagulables par la chaleur sont promptement précipitées par l'acide carbonique. Le précipité est stable et ne disparaît dans aucune condition; mais, avec les solutions riches en glycérine, on observe d'autres résultats par l'action de l'acide carbonique. Après que le courant d'acide carbonique a passé quelques instants, la solution est

devenue coagulable par la chaleur; mais, si l'on prolonge à froid le courant de gaz, on obtient, au bout d'une ou deux heures, un coagulum épais, gélatineux, *qui se redissout rapidement dans un courant d'air ou quand on place le mélange dans le vide au-dessus d'une solution de potasse*, absolument comme avec l'albumine chauffée, le colloïde amidobenzoïque et les uréides pyruviques. Ce précipité, formé par l'acide carbonique, est soluble dans les alcalis et les carbonates alcalins. On l'obtient régulièrement avec une solution renfermant :

| | |
|---|---|
| Glycérine .................... .... | $20^{gr}$ |
| $Fe^2Cl^6$ à 30° ...................... | $10^{cc}$ |
| Potasse de 1,132 .................. | $12^{cc}$ |
| Eau ............................ | $20^{gr}$ |

» Les solutions alcalino-ferriques de glycérine sont précipitées par l'acide acétique, dont un excès redissout le coagulum; la solution acétique donne, avec le ferrocyanure de potassium, un précipité verdâtre qui se convertit en bleu de Prusse par l'action d'un acide minéral.

» Il est facile de démontrer que ce corps colloïdal n'est pas seulement un glycérinate ferrique, mais que les alcalis entrent dans sa composition; en effet, quand on le soumet à la dialyse jusqu'à ce que l'eau extérieure ne renferme plus de potasse, le composé que retient le dialyseur est encore fortement alcalin. De plus, on peut obtenir une solution analogue en remplaçant la potasse par l'ammoniaque; mais cette solution se prend en gelée quand elle a perdu la plus grande partie de son ammoniaque par simple évaporation à l'air. On obtient le même colloïde en remplaçant la potasse ou la soude par leurs carbonates.

» Ces solutions colloïdales sont donc des combinaisons de glycérine, d'hydrate ferrique et d'alcalis ou de carbonates alcalins; malheureusement il est difficile de déterminer leur composition : les gelées qu'elles fournissent en se coagulant sont décomposées par des lavages prolongés et ne laissent que de l'hydrate ferrique. Leurs réactions montrent qu'elles sont facilement dissociables par l'eau en glycérine et en composés insolubles plus riches en hydrate ferrique, dissociation limitée par la quantité de glycérine, mais en même temps le nouveau composé ferrique doit se polymériser avec perte d'eau, car il n'est plus soluble dans un excès de glycérine.

» La mannite et l'érythrite se comportent comme la glycérine; elles donnent avec le perchlorure de fer et les alcalis des solutions qui se coagulent par la chaleur ou qui fournissent, *avec l'acide carbonique, un préci-*

*pité gélatineux se redissolvant dans un courant d'air*. Le sucre fournit des solutions analogues, jouissant des mêmes propriétés. Graham avait déjà considéré le sucrate ferrique comme un colloïde et avait obtenu, en le coagulant par le sulfate de potasse, un sous-sucrate ferrique renfermant 22 de sucre et 78 d'oxyde ferrique; il avait vu aussi que les solutions alcalines de sucrate ferrique se coagulent dans le dialyseur.

» Dans une prochaine Communication, j'aurai l'honneur de faire connaître à l'Académie des sels colloïdaux, obtenus avec l'acide tartrique, l'acide borique, l'acide arsénique et l'acide arsénieux. »

CHIMIE. — *Recherche chimique de l'acide nitrique, des nitrates dans les tissus végétaux*. Note de MM. **A. Arnaud** et **L. Padé**, présentée par M. Chevreul.

« Il y a quelque temps (¹), l'un de nous a fait connaître un alcaloïde nouveau, la cinchonamine ($C^{19}H^{24}Az^2O$), qui ne diffère de la cinchonine que par $2^{at}$ d'hydrogène en plus.

» Les sels de cinchonamine possèdent des propriétés remarquables; en particulier, le nitrate est d'une insolubilité presque absolue dans l'eau acidulée par un acide quelconque.

» Le nitrate de cinchonamine cristallise avec la plus grande facilité, les cristaux sont très nets et parfaitement reconnaissables; si, dans une solution d'un nitrate, on verse une petite quantité d'un sel de cinchonamine dissous dans l'eau acidulée, il se forme presque immédiatement une multitude de petits cristaux visibles à l'œil nu; par l'agitation de la liqueur, la cristallisation est beaucoup plus rapide, mais les cristaux, très petits, ne sont plus visibles qu'au microscope.

» Cette propriété du nitrate de cinchonamine nous a permis de déceler facilement l'acide nitrique dans les mélanges (²) de sels; nous citerons, comme exemple, une solution de chlorate et de bichromate de potasse, de perchlorure de fer et d'une petite quantité d'un nitrate, où l'addition de quelques gouttes d'une solution d'un sel de cinchonamine produisait le précipité cristallin caractéristique de nitrate de cinchonamine.

(¹) Arnaud, *Comptes rendus*, séances des 17 octobre 1881 et 16 juillet 1883.

(²) L'iodhydrate de cinchonamine étant peu soluble dans l'eau, il y aurait lieu d'éliminer, par un léger excès d'acétate d'argent, l'acide iodhydrique des iodhydrates ou iodures existant dans le mélange de sels, avant d'y rechercher l'acide nitrique.

» D'après ce qui précède, il nous paraît possible de doser les nitrates à l'aide d'un sel de cinchonamine : l'insolubilité complète du nitrate en solution acide, sa composition constante et définie ($C^{19}H^{24}Az^2O, AzO^3H$) sont des conditions suffisantes pour assurer l'exactitude de ce procédé. Nous nous réservons, d'ailleurs, d'étudier cette question.

» L'ensemble de ces faits nous a donné l'idée d'employer les sels de cinchonamine pour déceler les nitrates, contenus en petite quantité dans le tissu des végétaux. Les Borraginées, les Solanées, les Urticées, les Chenopodées, sont les familles où l'on rencontre le plus de plantes contenant des nitrates.

» Les sels que nous avons employés pour nos essais sont le sulfate et le chlorhydrate de cet alcaloïde. Tous les deux nous ont donné des résultats satisfaisants; cependant nous donnons la préférence au chlorhydrate en solution acide.

» Nos recherches ont porté sur la Pariétaire officinale (*Parietaria officinalis*), la Bourrache (*Borrago officinalis*), la Digitale pourprée (*Digitalis purpurea*) et l'Ansérine des murs (*Chenopodium murale*).

» Nous avons immergé des coupes faites sur des tiges fraîches de ces diverses plantes dans une solution de chlorhydrate de cinchonamine au $\frac{1}{250}$, acidulée par une petite quantité d'acide chlorhydrique.

» Examinées au microscope, ces coupes se sont présentées avec des cellules remplies de cristaux de nitrate de cinchonamine. Ces expériences, répétées plusieurs fois, ont toujours été concordantes.

» Si l'on fait des coupes longitudinales, on peut facilement se rendre compte de la distribution des nitrates dans la plante; nous avons ainsi constaté que leur quantité allait en croissant de l'axe à la périphérie.

» Un autre procédé, plus simple encore, nous a donné des résultats aussi satisfaisants. Des morceaux de tiges de pariétaire, de pommes de terre, d'ortie commune, de bourrache, etc., ont été mis en contact avec une solution étendue d'un sel de cinchonamine, acidulée légèrement; après douze heures d'immersion, les surfaces de ces tiges s'étaient recouvertes de nombreux cristaux que nous avons reconnus être du nitrate de cinchonamine; les nitrates contenus dans les cellules s'étaient, pour ainsi dire, diffusés et étaient venus produire cette cristallisation.

» On peut encore, en exprimant le suc de la plante, constater dans ce suc clarifié la présence des nitrates par ce même réactif. Cette expérience a parfaitement réussi avec la pariétaire.

» Nous ne ferons aujourd'hui que signaler ces procédés pratiques et rapides de déceler les nitrates. Nous nous proposons d'étudier leur absorption ou leur formation dans les tissus végétaux, leur circulation et leur destruction dans les diverses parties de la plante.

» La recherche de l'acide nitrique dans les eaux pluviales, dans les eaux minérales et dans toutes les substances où ils n'existent qu'en petite quantité, soit à l'état libre ou combiné, nous paraît devoir se faire avantageusement par cette méthode.

» La cinchonamine est certainement un produit rare en ce moment; mais, devenant de quelque utilité, il sera facile de s'en procurer, car le *Remigia purdieana,* arbre dont l'écorce fournit cet alcaloïde, existe abondamment en Amérique. »

CHIMIE. — *Soudure de l'aluminium.* Note de M. **Bourbouze**, présentée par M. Debray.

« L'aluminium était jusqu'à présent d'un usage assez limité, par suite de l'impossibilité de le souder à lui-même, ainsi qu'à d'autres métaux.

» On peut actuellement, à l'aide du procédé que j'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie, effectuer facilement et couramment ces différentes opérations. Ce procédé consiste à faire subir aux parties des différentes pièces que l'on veut réunir l'opération ordinaire de l'étamage; seulement, au lieu d'employer l'étain pur, on devra faire cette opération avec des alliages tels que étain et zinc, ou bien étain, bismuth et aluminium, etc. On arrive à de bons résultats avec tous ces alliages; mais ceux auxquels on doit donner la préférence sont ceux d'étain et d'aluminium. Ils devront être préparés en différentes proportions, suivant le travail que l'on devra faire subir aux pièces à souder. Pour celles qui devront être façonnées après soudure, on devra prendre un alliage composé de 45 parties d'étain et 10 d'aluminium. Ce dernier est suffisamment malléable pour résister au martelage. Les pièces ainsi soudées peuvent être emmandrinées et tournées. On peut s'assurer, en examinant la soudure du tube qui fait partie de nos échantillons, qu'elle a parfaitement résisté à cette épreuve. Il en est de même de l'anneau qui a été martelé et tourné. Les pièces qui n'auront à subir aucun travail après le soudage peuvent, quel que soit le métal à souder à l'aluminium, être solidement réunies avec la soudure tendre d'étain contenant moins d'aluminium. Cette dernière soudure peut être appliquée avec un

fer à souder, en opérant comme on opère pour souder le fer-blanc ou bien encore dans une flamme.

» L'une comme l'autre de ces soudures n'exige aucune préparation préalable des pièces ; il suffit d'appliquer la soudure, de l'étendre à l'aide du fer à souder sur les parties qui devront être réunies.

» Enfin, quand on veut souder certains métaux avec l'aluminium, il est bien d'étamer la partie à souder du métal avec l'étain pur. Il suffit alors d'appliquer sur cette partie l'aluminium étamé avec l'alliage et de terminer l'opération à la manière ordinaire. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la purification du zinc arsénifère.* Note de M. L. **L'Hote**, présentée par M. Peligot.

« Le zinc du commerce est toujours impur ; il renferme le plus souvent des proportions variables de plomb, de fer, de carbone et d'arsenic. La présence de ce dernier corps n'offre guère d'inconvénients dans les opérations courantes du laboratoire; mais, lorsqu'il s'agit de recherches chimico-légales, la pureté du zinc en arsenic doit être absolue.

» Jusqu'ici je n'ai pas encore rencontré de zinc non arsénifère. Pour constater et doser l'arsenic, j'emploie l'appareil de Marsh tel qu'il est adopté par l'Académie des Sciences. On opère sur 25$^{gr}$ de zinc grenaillé qu'on épuise complètement par de l'acide sulfurique pur au dixième. L'arsenic se dépose près de la portion chauffée du long tube étroit en verre vert. Pour s'assurer que la décomposition de l'hydrogène arsénié est complète, on place à l'extrémité du tube de dégagement un tube de Will contenant du nitrate d'argent neutre au $\frac{1}{20}$.

» L'opération dure trois heures environ. Si elle est bien conduite, la solution argentique ne se trouble pas. Pour éviter toute perte d'arsenic, on fait passer au commencement et à la fin de l'opération un courant de gaz hydrogène pur dégagé par un générateur de Deville.

» La portion du tube contenant l'anneau est séparée à l'aide d'un trait de lime et portée sur une balance sensible. Le tube, placé dans une petite capsule de porcelaine, est lavé avec quelques gouttes d'acide azotique, puis à l'eau distillée; le tube sec est pesé de nouveau. On s'assure que la solution nitrique contient de l'acide arsénique à l'aide des réactions délicates qui permettent de déceler des traces d'arsenic. Si la quantité d'arsenic est très faible, on effectue plusieurs attaques sur 25$^{gr}$ de zinc.

» En opérant ainsi, voici les chiffres trouvés sur un certain nombre d'échantillons, en rapportant à 1$^{kg}$ de zinc :

| | Arsenic en milligrammes. |
|---|---|
| Zinc en feuilles, épaisseur 1$^{mm}$,75 Vieille-Montagne.. | 36,0 |
| » » » 0,37 » | 30,0 |
| » » » 0,03 » | 20,0 |
| » » » 1,72 Harfleur........ | 10,5 |
| » » » 2,00 C$^{ie}$ Asturienne ... | 26,0 |
| Zinc d'art en saumons, Vieille-Montagne, très faible anneau................................ | Non dosable |
| Zinc d'art en saumons, Silésie, très faible anneau. | Non dosable |

» Pour purifier le zinc, on le chauffe habituellement avec de l'azotate de potasse, puis on le distille. Ce traitement est assez long et fournit un zinc qui s'attaque très difficilement.

» On arrive à éliminer rapidement l'arsenic en projetant dans le zinc fondu 1 à 1 $\frac{1}{2}$ pour 100 de chlorure de magnésium anhydre. En agitant, il se dégage de la masse des fumées blanches de chlorure de zinc entraînant l'arsenic. Le métal projeté dans l'eau froide donne des grenailles complètement exemptes d'arsenic et facilement attaquables par l'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$.

» J'ai vérifié que ce procédé est également applicable à la purification du zinc contenant de l'antimoine. Par le traitement au chlorure de magnésium anhydre l'antimoine est volatilisé à l'état de chlorure.

» L'antimoine existe rarement dans le zinc du commerce; les échantillons que j'ai examinés étaient purs de ce métal. »

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux des Euniciens*. Note de M. G. PRUVOT, présentée par M. de Lacaze-Duthiers [1].

« En dépit des nombreux et importants travaux anatomiques dont la famille des Euniciens a été l'objet, nous ne connaissons guère de leur système nerveux que les parties centrales, peu de chose sur la distribution des nerfs périphériques, rien sur leurs origines *réelles*.

» Chez l'*Hyalinœcia tubicola* (Mull.), les deux ganglions cérébroïdes, arqués et réunis dans leur partie moyenne par une épaisse commissure,

---

[1] Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer.

déterminent encore au-dessus, par l'union de leurs bords postérieurs et supérieurs, la formation d'un *ventricule* en communication avec la cavité générale par une large fente antérieure; au-dessous les deux ganglions sont séparés par la base de l'antenne impaire et chacun d'eux traversé de part en part par celle des antennes latérales postérieures que des faisceaux musculaires attachent à la face ventrale du lobe céphalique. Tel est, du moins, l'aspect à la dissection; mais, tandis que la face ventrale des ganglions est nettement séparée des parties voisines par un névrilème épais, l'examen histologique nous montre, par contre, dans la région dorsale, les éléments nerveux, devenant de plus en plus rares vers la périphérie, surtout au sommet des ganglions et dans la voûte du ventricule, puis enfin assez intimement mélangés à ceux de l'hypoderme pour qu'on ne puisse assigner à la masse cérébroïde aucune limite bien tranchée.

» Les deux connectifs œsophagiens abordent les ganglions cérébroïdes par leur face antérieure et se bifurquent aussitôt après y avoir pénétré, en sorte que la commissure qui assure la solidarité des deux moitiés de l'appareil ganglionnaire est parfaitement double; la commissure postéro-inférieure fournit les origines *réelles* de tous les nerfs antennaires, la commissure antéro-supérieure sert de point de départ au système stomato-gastrique et aux nerfs qui en dépendent comme se rendant aux parties de la bouche.

» Si j'ajoute qu'aucun amas cellulaire ne vient apporter l'appoint de ses prolongements à la substance ponctuée des deux commissures qu'après leur séparation, on voit que la masse cérébroïde est en réalité composée de deux appareils entièrement distincts, possédant chacun leurs cellules nerveuses, leur commissure, leurs nerfs avec leurs fonctions propres.

» La commissure postéro-inférieure ou *antennaire* donne naissance de chaque côté aux *nerfs antennaires latéro-antérieur* et *latéro-postérieur* qui, parcourant l'antenne correspondante dans toute sa longueur, y pénètrent par son côté interne à une certaine distance de son extrémité basilaire. Une dernière bifurcation près de la ligne médiane envoie une branche de la commissure s'unir à son homologue du côté opposé; l'autre forme la racine du *nerf antennaire postérieur*, qui aborde l'antenne impaire par son côté externe, également à une certaine distance de sa base, et ne tarde pas à rencontrer dans son intérieur le tronc nerveux, provenant de l'autre moitié de la commissure. Ces deux filets se fusionnent bientôt en un nerf unique, mais la duplicité de son origine ne nous force pas moins à reconnaître l'antenne impaire, comme résultant de la soudure sur la ligne médiane de deux moitiés morphologiquement distinctes.

» La commissure antéro-supérieure ou *stomato-gastrique* fournit de chaque côté :

» 1° Tout près de la ligne médiane, le *nerf du palpe frontal*;

» 2° En dehors, un tronc plus volumineux qui forme l'origine apparente du système stomato-gastrique et émet à sa base le *nerf labial inférieur* et le *nerf labial supérieur*.

» Ces deux connectifs descendent ensuite, en se rapprochant, le long de la face ventrale de la masse cérébroïde et se jettent dans un premier ganglion stomato-gastrique enfoui dans l'épaisseur d'un muscle transversal, qui forme la voûte supérieure de la cavité de la trompe et émet latéralement une paire de nerfs, qui m'ont paru se distribuer aux muscles ventraux de la trompe.

» De ce ganglion partent inférieurement deux nouveaux *connectifs* qui embrassent étroitement l'œsophage, émettent vers le milieu de leur parcours un filet qui longe latéralement le tube digestif et se réunissent audessous de lui à la base de la trompe en un *deuxième ganglion stomato-gastrique* d'où partent de chaque côté deux nerfs à direction récurrente pour animer les muscles dorsaux de l'appareil maxillaire.

» Le système stomato-gastrique de l'*Hyalinœcia tubicola* représente donc assez exactement le système proboscidien inférieur figuré par M. de Quatrefages chez l'*Eunice* (*Marphysa*) *sanguinea* (Mont.). Mais il m'a été impossible de trouver trace du système proboscidien supérieur.

» La *chaîne ganglionnaire ventrale* offre la forme concentrée commune à tous les Euniciens; elle est formée de trois cordons longitudinaux accolés dont le médian est parcouru dans toute sa longueur par un canal (*tube nerveux géant*) et n'émet par ganglion qu'une paire de nerfs (*nerf pédieux*).

» Mais à la dissection on est tenté de réserver un certain nombre de filets, deux par segment, que l'examen microscopique montre être des muscles allant rejoindre ceux du pied et insérés d'autre part sur le névrilème.

» L'*Eunice torquata* (Quatr.) m'a montré une disposition du système nerveux qui ne diffère de la description précédente que par des détails d'importance secondaire. C'est la même disposition du système stomato-gastrique, la même duplicité initiale du nerf antennaire postérieur, la même division de la masse cérébroïde en centre cérébral proprement dit et centre stomato-gastrique. Mais ici l'extrême développement des palpes labiaux a amené leur fusion avec les palpes frontaux. Enfin l'anneau buccal porte deux appendices qui manquaient dans le genre précédent et qui reçoivent leurs nerfs du premier ganglion ventral.

» Chez le *Lumbriconereis impatiens* (Clap.), la masse cérébroïde, suspendue au sommet de la tête par un grand nombre de colonnes formées d'éléments nerveux seulement dans leur moitié inférieure, accuse bien plus nettement encore sa division en deux centres de valeur différente, car elle se montre formée de deux paires de renflements ganglionnaires réunis par deux commissures absolument séparées l'une de l'autre. Les ganglions antérieurs n'envoient de chaque côté d'autre trajet nerveux qu'un tronc *stomato-gastrique* qui se bifurque bientôt; les postérieurs n'émettent que les connectifs œsophagiens et sont unis par une sorte de lobe cérébral médian qui envoie en bas, jusque dans l'anneau buccal, deux gros prolongements ovoïdes et divergents, en rapport avec les poches occipitales.

» Ainsi, dans la famille des Euniciens :

» 1° La masse cérébroïde est composée de deux parties distinctes, une cérébrale et une stomato-gastrique;

» 2° Les antennes et les organes des sens sont innervés exclusivement par le centre cérébral ou postérieur; l'antenne postérieure impaire représente deux appendices pairs soudés sur la ligne médiane;

» 3° Le centre stomato-gastrique fournit seulement les nerfs des palpes et les connectifs stomato-gastriques;

» 4° Le système stomato-gastrique offre fondamentalement la même disposition que le système nerveux général, c'est-à-dire un centre sus-œsophagien, un collier œsophagien et une chaîne ventrale de deux ganglions au moins, le plus inférieur m'ayant paru étranglé et formé par la soudure de deux masses ganglionnaires primitives. »

CHIRURGIE. — *Recherches sur les substances antiseptiques et des conséquences qui en résultent pour la pratique chirurgicale.* Note de M. **B. Ratimoff**, présentée par M. Pasteur.

« Dans les expériences que j'ai entreprises sur ce sujet, je n'ai pas eu l'intention de contrôler les recherches de mes devanciers; j'ai voulu déterminer la valeur microbicide de divers antiseptiques au point de vue chirurgical, en plaçant mes expériences dans les conditions les plus rapprochées des conditions normales.

» Les microbes que j'ai choisis pour mes expériences sont principalement des microbes pathogéniques bien définis et qui se distinguent très clairement par les caractères de leur vie biologique : l'un aérobie, la bac-

téridie charbonneuse, et l'autre anaérobie, les bactéries de la septicémie aiguë des animaux.

» *Première série.* — J'ai pris une série de flacons bien bouchés avec de la ouate et toujours stérilisés; dans les uns j'ai mis $10^{gr}$ de chair musculaire fraîche que j'ai divisée en petits morceaux; dans les autres, j'ai mis $10^{cc}$ de sang de bœuf toujours frais; les derniers étaient remplis de la même quantité de bouillon de veau stérilisé; dans chaque flacon j'ai introduit deux gouttes d'eau délayées avec de la terre, puis j'ai ajouté $10^{cc}$ de solutions antiseptiques de concentration différente bien déterminée. Tous ces flacons ont été placés dans une étuve à la température constante de 33°-34°.

» Les expériences ont montré que l'addition, par exemple, de $\frac{1}{400}$ d'acide phénique à du bouillon de veau prévient tout développement des microbes; mais, pour obtenir le même résultat dans le sang, il faut augmenter la quantité jusqu'au $\frac{1}{250}$, et dans la chair musculaire jusqu'à $\frac{1}{160}$. Cette différence de doses des antiseptiques est encore plus frappante pour le sublimé, l'azotate d'argent et l'iode; le premier empêche la reproduction des germes dans le bouillon à la dose $\frac{1}{13300}$, et dans la chair à $\frac{1}{500}$, l'azotate d'argent empêche à $\frac{1}{10000}$ dans le bouillon et à $\frac{1}{225}$ dans la chair et l'iode à $\frac{1}{8000}$ dans le bouillon et à $\frac{1}{225}$ dans la chair; ainsi il faut 26,44 et trente-cinq fois plus de substance antiseptique pour la chair que pour le bouillon.

» *Deuxième série.* — Pour apprécier l'action des substances antiseptiques sur les bactéridies charbonneuses, je ne me suis servi que du bouillon de veau. Comme dans les expériences précédentes, j'ai pris $10^{cc}$ de ce dernier et j'y ai semé les bactéridies d'une goutte de sang pris sur un cobaye charbonneux mort peu de temps auparavant; puis j'ai ajouté les solutions antiseptiques en les variant de poids jusqu'au moment où la liqueur reste stérile, c'est-à-dire ne donnant pas de culture.

» Voici les résultats de ces recherches : un bouillon additionné de $\frac{1}{800000}$ de sublimé ne cultive pas les bactéridies, qui meurent rapidement, tandis que des proportions plus faibles, comme $\frac{1}{1000000}$, retardent leur développement sans l'entraver absolument. En parcourant la Table de mes résultats, on voit que, pour tuer les bactéridies, il faut prendre, par exemple, du thymol à la dose de $\frac{1}{35000}$, c'est-à-dire qu'elle sera dix-sept fois moindre que pour prévenir le développement des microbes communs; l'azotate d'argent à $\frac{1}{200000}$, ou vingt fois moins; le sulfate de cuivre à $\frac{1}{23520}$, ou vingt et une fois moins. Parmi les substances actives examinées, l'iode seul fait exception; il ne tue qu'à la même dose que nous avons

obtenue dans la première série d'expériences, c'est-à-dire à $\frac{1}{8000}$. D'autres substances, telles que l'acide phénique, le chloral hydraté, etc., possédant en général les plus faibles propriétés antiseptiques, ne présentent pas dans ce cas une grande différence d'action sur les bactéridies.

» D'après cela, il résulte que, pour tuer les bactéridies, la quantité d'antiseptique est toujours moindre que pour empêcher le développement des microbes communs de la terre.

» Pour avoir des germes d'une certaine résistance, j'ai semé du sang frais charbonneux dans le bouillon et l'ai exposé à la température de 34°; au bout de dix à quinze jours, j'ai eu des spores bien formées, et, avant d'en faire des expériences, j'ai soumis cette culture dans un bain-marie pendant dix à quinze minutes à la température de 70° à 80° pour tuer les bactéridies.

» Ces germes ainsi obtenus, je les ai mis au contact de divers antiseptiques dans des flacons contenant $10^{cc}$ de bouillon; après vingt-quatre heures, il s'est trouvé que le bouillon sans antiseptique donna la culture, tandis que l'autre, additionné d'une dose convenable, resta stérile; alors, prenant une petite quantité (5 à 6 gouttes) de ces spores, je les ai semées dans du bouillon de veau neuf, et, au bout d'un, deux ou trois jours, on observe les résultats; en variant les doses, on peut arriver à ce qu'une partie de ces flacons reste stérile pendant que l'autre donne la culture.

» De cette manière, j'ai trouvé les limites d'action, pour quelques substances antiseptiques, pour détruire les germes. Ces limites sont très éloignées des limites pour les bactéridies. Ainsi le sublimé, malgré sa grande activité, ne détruit les germes des bactéridies qu'à la dose de $\frac{1}{8000}$, dose cent fois plus forte que pour eux-mêmes. Mais, pour obtenir les mêmes résultats avec l'azotate d'argent et l'iode, il sera suffisant d'augmenter le premier de vingt fois et de huit fois le second. Dans ce rapport, ces agents jouent un rôle relativement plus efficace que le sublimé. Le thymol et l'acide phénique restent presque inactifs contre les germes; ils commencent à agir, le premier dans la proportion de $\frac{1}{100}$, et l'acide phénique $\frac{1}{12}$, quantité qui agit plutôt d'une manière caustique.

» Quant à l'alcool, il ne produit aucune influence sur les germes, qui, soumis à son action pendant vingt-quatre heures et semés dans le bouillon, ne tardent pas à se reproduire.

» J'arrive à l'action des antiseptiques sur les bactéries septiques; mais, comme ces recherches sont très longues et compliquées, je me suis borné pour le moment à quelques essais, réservant une étude plus complète à publier ultérieurement.

» J'ai opéré avec le sang septique que m'a fourni M. Pasteur, le sang très virulent qui tue le cobaye dans l'espace de vingt-quatre heures.

» Mes expériences ont montré que le sublimé tue les bactéries septiques à la proportion de $\frac{1}{66700}$, l'azotate d'argent à $\frac{1}{50000}$, le sulfate de cuivre à $\frac{1}{2000}$, et l'acide salicylique à $\frac{1}{1000}$. En comparant ces doses à celles pour les bactéridies, on voit que les bactéries septiques sont plus résistantes que les bactéridies charbonneuses. Toutes ces expériences nous prouvent encore une fois que les divers microbes morbides diffèrent distinctement dans leurs résistances envers les agents antiseptiques.

» Dans la pratique ordinaire, il est inutile de chercher à tuer les microbes ou leurs germes : il suffit d'empêcher leur reproduction. C'est ainsi qu'il faut expliquer les bons résultats obtenus de nos jours par les divers pansements antiseptiques : acide phénique, alcool, chlorure de zinc, thymol, bichlorure de mercure, etc., pansements dans lesquels les solutions antiseptiques ne sont pas suffisantes pour tuer les germes, mais suffisantes pour prévenir le développement des organismes.

» On voit de plus, pour les bactéridies charbonneuses et la bactérie septique, que les doses qui empêchent leur développement dans le bouillon sont plus faibles que pour les organismes communs; les expériences n'ont pas été faites dans le sang pour ces derniers organismes, mais, par analogie, on peut compter que les doses seraient beaucoup plus fortes, et, dans la pratique ordinaire, il sera bon de prendre la moyenne, comme nous venons de l'indiquer précédemment.

» Je ne saurais terminer ce travail sans adresser tous mes remercîments et l'expression de ma profonde reconnaissance à M. Pasteur, dans le laboratoire duquel j'ai fait toutes mes expériences et qui m'a toujours soutenu et encouragé par ses bienveillants conseils. »

M. **Hébert** fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Capellini*, d'un Mémoire imprimé en italien : « *Il cretaceo superiore e il gruppo di Priabona nell' Apennino settentrionale*, etc. », et s'exprime comme il suit :

« Parmi les résultats exposés dans ce Mémoire, il y a lieu de signaler les suivants :

» M. Capellini a constaté que le Flysch crétacé de l'Apennin de la province de Bologne renferme des Inocérames, de petits Fucoïdes et de véritables traces de Vers, comme on en trouve dans les roches véritablement crétacées de la Ligurie et de la Toscane.

» Il a reconnu que les Fucoïdes sont les mêmes que ceux des grès de

Celles et de Soueix (Ariège); ce sont *Fucoides intricatus* et *Fucoides Targioni*. En outre, *Gleichenophycus granulosus*, Massal, se trouve à Soueix comme à Peunabili, et *Nemertites Strozzi*, de Saint-Paul, est identique à celui de Venezzano, où les mêmes couches renferment des Inocérames.

» Les grès de Rébenac ont fourni à M. Capellini des empreintes semblables.

» Les calcaires à Inocérames de Bidart contiennent également *Fucoides Targioni* et *Taonurus flabelliformis*.

» Dans l'Apennin comme dans les Pyrénées, toutes ces formes sont donc crétacées, voisines de celles qu'on trouve dans les assises tertiaires, mais non identiques.

» De cette ressemblance est résultée une grande confusion dans l'Apennin, entre le Flysch crétacé et le Flysch tertiaire, qui se trouvent quelquefois directement superposés.

» C'est ainsi que, dans l'Apennin septentrional, plusieurs localités montrent, directement au-dessus du Flysch crétacé dont il vient d'être question, des assises de nature semblable, mais avec *Orbitoides stellata, O. papyracea, O. aspera, Serpula spirulea, Clavulina Szaboï* et une petite Nummulite striée; puis viennent des couches avec empreintes de Fucoïdes semblables à celles qui caractérisent le Flysch de Suisse.

» Dans l'Apennin de l'Émilie, le terrain crétacé se terminerait donc par des couches appartenant au sénonien inférieur, et le terrain tertiaire débuterait par l'éocène supérieur, synchronique des couches de Priabona.

» L'éocène inférieur et l'éocène moyen manquent dans l'Apennin septentrional.

» M. Capellini fait remarquer que, dans les Alpes bavaroises et dans les environs de Vienne, on a reconnu qu'une partie du Flysch que l'on croyait éocène est crétacé, et que peut-être il en est de même dans certaines régions des Alpes suisses. Aussi ce nom de *Flysch* doit-il disparaître des classifications géologiques. »

M. E. Cadoret transmet à l'Académie un flacon « renfermant une matière colorante extraite de la paille ».

Suivant les usages de l'Académie, il ne pourra être donné suite à la Communication précédente que lorsque l'auteur aura fait connaître les procédés de fabrication et les propriétés de la liqueur dont il a adressé un échantillon.

M. A.-M. Blancho adresse d'Auray une « Note sur l'attraction ».

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

Ouvrages reçus dans la séance du 19 mai 1884.

(Suite.)

*Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux. Table historique et méthodique* (1712-1875). *Documents historiques* (1711-1713). *Catalogue des manuscrits de l'ancienne Académie* (1712-1793). Bordeaux, imp. Gounouilhou, 1879; 1 vol. in-8°.

E. Lehman. *Approfondissement des quatre passes de la Garonne maritime et de l'entrée du bassin à flot.* Arcachon, imp. nouvelle, 1884; br. in-12.

*La lumière électrique sous forme d'exemples pratiques; par* R.-E. Day, traduit de l'anglais par G. Foussat et A. Paul. Paris, J. Michelet, 1884; in-12.

*Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles,* publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem; t. XVIII, liv. 2, 3, 4, 5; t. XIX, 1re liv. Haarlem, 1883-1884; 5 liv. in-8°.

*Archives du musée Teyler;* 2e série, 4e Partie. Haarlem, 1883; in-8°.

*Verhandelingen rakende den natuurlijken en geopenbaarden godsdienst, uitgegeven door Teylers godgeleerd genootschap;* elfde deel, 1e stuk. Haarlem, 1883; in-8°.

*Atti della Societa toscana di Scienze naturali. Memorie;* vol. VI, fasc. 1°. Pisa, tipog. Nistri, 1884; in-8°.

*Memoirs of the Science department, Tôkiô Daigaku (University of Tôkiô),* n° 9. *Earthquake measurement; by* J.-A. Ewing. Tôkiô, 1883; in-4°.

*Proceedings of the american philosophical Society held at Philadelphia, for promoting useful Knowledge;* vol. XXI, n° 114, april 1883 to january 1884. Philadelphia, 1884; in-8°.

*Zonenbeobachtungen der Sterne zwischen 55 und 65 Grad Nördlicher Declination angestellt an den Sternwarten zu Helsingfors und Gotha und auf Kosten der Kaiserlichen Alexanders-Universität zu Helsingfors,* herausgegeben von A. KRUEGER, t. I, Zone 1-338. Helsingfors, 1883; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 MAI 1884.

*Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce;* t. XXVIII (1re et 2e Parties), nouvelle série. Paris, Imp. nationale, 1884; 2 vol. in-4°.

*Comptes rendus des séances et Mémoires de la Société de Biologie;* t. III (7e série), année 1881. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1882; in-8°.

*Etudes sur l'étain dans l'antiquité et au moyen âge. Orfèvrerie et industries diverses; par* G. BAPST. Paris, G. Masson, 1884; gr. in-8°. (Présenté par M. Pasteur.)

*La navigation intérieure devant le Parlement; par* C. BEUCHOT. Paris, A. Chaix, 1880; in-4°.

*Appel aux représentants de la France par le Comité de fondation et d'étude du projet d'organisation de la navigation intérieure et internationale; par* C. BEUCHOT. Paris, au siège du Comité, 1881; in-8°.

*Etude sur la navigation intérieure; par* C. BEUCHOT. Dijon, Renaud, sans date; in-12.

*Trichine et trichinose aux Etats-Unis; par le* Dr DE PIETRA-SANTA. Paris, au siège de la Société française d'Hygiène, 1884; in-8°.

*Souvenirs d'une campagne dans le Levant. L'Egypte en 1882. — Les côtes de la Syrie et de l'Asie Mineure. — Souvenirs de l'expédition de Tunisie; par* M. B. GIRARD. Paris, Berger-Levrault, 1883-1884; 3 br. in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Statistique.)

*Accroissement en longueur des tubes nerveux par la formation de segments intercalaires. — Mémoire sur le développement des tubes nerveux chez les embryons de mammifères. — Recherches histologiques sur les centres nerveux de quelques invertébrés; par* W. VIGNAL. Paris, 1883; br. in-8°. (Adressé au Concours Lallemand.)

*Colera e febri palustri. Congetture del dottore* L. FORNASINI. Milano, Rechiedei, 1882; br. in-8°. (Renvoi au Concours Bréant.)

*Anuario del observatorio de Madrid,* año XVIII, 1880. Madrid, imp. Miguel Ginesta, 1879; in-8°.

*Resumen de las observaciones meteorologicas efectuadas en la Peninsula y*

*algunas de sus islas adjacentes, durante los años del mismo nombre* 1876, 1877, 1879, 1880, 1882. Madrid, imp. Miguel Ginesta, 1883-1884; 2 vol. in-8° cartonnés.

*Observaciones meteorologicas efectuadas en el observatorio de Madrid durante el año* 1879, 1880, 1881. Madrid, imp. Miguel Ginesta, 1881-1883; 3 vol. in-8° cartonnés.

*Reale Accademia dei Lincei. Il Chelonio Veronese* (Protosphargis Veronensis, *Cap.*), *scoperto nel* 1852 *nel cretaceo superiore presso Sant'Anna di Alfaedo Valpolicella.* Memoria del Soc. G. Capellini. Roma, Salviucci, 1884; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 juin 1884.

*OEuvres de Lagrange*, publiées par les soins de M. J.-A. Serret, sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique; t. X. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-4°.

*Méthode nouvelle pour la décomposition des nombres en sommes quadratiques binaires; application à l'Analyse indéterminée; par* M. E. de Jonquières. Paris, Gauthier-Villars, 1878; br. in-4°.

Amiral E. de Jonquières. *De la représentation des nombres par des formes quadratiques binaires. Application à l'Analyse indéterminée.* Paris, imp. Chaix, 1878; br. in-8°.

*Annales de l'observatoire royal de Bruxelles. Vade-mecum de l'astronome; par* J.-C. Houzeau. Bruxelles, F. Hayez, 1882; in-8°.

*Annales de l'observatoire royal de Bruxelles,* publiées aux frais de l'État; nouvelle série. *Annales astronomiques*, t. IV. Bruxelles, F. Hayez, 1883; in-4°.

*Exposition critique de la méthode de Wronski pour la résolution des problèmes de Mécanique céleste; par* Ch. Lagrange; 1re Partie. Bruxelles, F. Hayez, 1882; in-4°.

*Note sur les gloméridés de la Belgique; par* A. Prudhomme de Borre. Bruxelles, P. Weissenbruch, 1884; br. in-8°.

*Annales de la Société géologique de Belgique;* t. IX, 1881-1882. Liège, A. Decq, 1881-1882; in-8°.

*Le Monde physique; par* A. Guillemin. 22e série, liv. 210 à 219. Paris, Hachette et Cie, 1884; gr. in-8° illustré.

*Etude sur les différents niveaux du lit de la Loire; par* A. Laurant. Nantes, imp. Vincent Forest et E. Grimaud, 1884; br. in-8°.

*Mémoires sur le régime de circulation de la masse fluide du Soleil; par le* P. MAYEUL-LAMEY. Chambéry, imp. Chatelain, 1884; br. in-8°.

*Méthode takymétrique Le prompt savoir; par* ED. LAGOUT. Paul Dupont et Dentu, 1878; in-8° relié.

*Etudes sur la distribution des mousses au Caucase; par* V.-F. BROTHERUS. Helsingfors, Frenckell, 1884; br. in-8°.

*Sur la fossette vermienne du crâne des Mammifères; par M. le prof.* P. ALBRECHT. Bruxelles, A. Manceaux, 1884; br. in-8°.

*Note sur la Géologie des environs de Berne (Suisse); par* M. G. REGELSPERGER. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie de Rochefort.*)

*Mollusques terrestres et d'eau douce, recueillis aux environs de Berne et d'Interlaken; par M.* G. REGELSPERGER. Berne, imp. Haller, 1884; br. in-8°.

## OUVRAGES ADRESSÉS AUX CONCOURS DONT LA CLOTURE EST FIXÉE AU 1er JUIN 1884.

*Traité d'hygiène navale; par* J.-B. FONSSAGRIVES. Paris, J.-B. Baillière, 1877; in-8°.

*De la mort de Socrate par la ciguë. — Recherches sur les* Solanum *des anciens. — Des suites de l'empoisonnement arsénical; par le* Dr IMBERT-GOURBEYRE. Paris, J.-B. Baillière, 1876-1884; 3 br. in-8°.

*La géographie médicale; par le* Dr A. BORDIER. Paris, Reinwald, 1884; in-12, avec cartes explicatives.

*Recherches expérimentales sur les conditions de l'activité cérébrale et sur la physiologie des nerfs; par* H. BEAUNIS. Paris, J.-B. Baillière, 1884; in-8°.

L. MOND. *Du principe de la rage et de ses moyens de guérison.* Lyon, imp. Chanoine, 1882; br. in-8°.

*Etude sur les angiomes des muqueuses; par* H. ARRAGON. Paris, A. Parent, 1883; in-8°.

Ces Ouvrages sont adressés au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.

*Recherches expérimentales sur l'action des antiseptiques et sur deux antiseptiques nouveaux; par* M. G. LEBON. Paris, L. Baudoin, 1882; br. in-8°. (Renvoi au Concours Barbier.)

*Recherches sur la fermentation du fumier; par* U. GAYON. Paris, Gauthier-Villars, 1884; opuscule in-4°. (Renvoi au Concours J. Ponti.)

*Sur la régulation de la température chez les animaux à sang chaud. — De l'in-*

*fluence de la respiration sur la circulation* (1re Partie). *Les oscillations respiratoires de la pression artérielle chez le chien. — Contribution à l'étude de la fièvre traumatique chez le chien. — Sur l'autotomie; par* L. Fredericq. Paris et Bruxelles, 1882-1883; 4 br. in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

L. Mond. *La Graphologie comparée.* Paris, Garnier frères, 1877; br. in-8°, avec documents divers. (Renvoi au Concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

*Influence du système nerveux sur la régulation de la température chez les animaux à sang chaud; par* L. Fredericq. Sans lieu ni date; br. in-8° en épreuves. (Renvoi au Concours Lallemand.)

*Maladies chirurgicales des nerfs et opérations qui se pratiquent sur les nerfs; par* E. Nicaise. Paris, J.-B. Baillière, 1884; in-8°. (Renvoyé au Concours Lallemand.)

*Contribution à l'étude des affections cutanées d'origine trophique. — Recherches anatomo-pathologiques et cliniques sur les altérations nerveuses, etc., etc.; par* M. H. Leloir. Paris, sans date; 1 vol. in-8° de mélanges. (Renvoyé au Concours Lallemand.)

Émile Rivière. *Grotte de Saint-Benoît. — Grotte de Grimaldi en Italie. — De quelques hyperostoses de poissons trouvées dans les grottes quaternaires de Menton en Italie. — Le pliocène de Castel d'Appio en Italie, etc. — Nouvelles recherches dans les Alpes-Maritimes en* 1879. — *La grotte de l'Albareia. — Grotte Lympia. — Le gisement quaternaire de Billancourt (Seine). — Sur des instruments en obsidienne trouvés en Grèce. — Rapport sur la paléontologie des Alpes-Maritimes, etc.* Paris, 1873-1882; 13 broch. in-8° ou in-4°. (Renvoyé au Concours du prix Vaillant.)

---

## *ERRATA.*

(Séance du 9 juin 1884.)

Page 1442, ligne 16, *au lieu de* A. Houdès, *lisez* A. Houdé.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUIN 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection de M. *Jamin* à la place de Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, devenue vacante par suite du décès de M. *Dumas*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Jamin** prend place au bureau de l'Académie.

M. **Jamin** prononce les paroles suivantes :

« Messieurs et chers Confrères,

» Quand j'ai quitté le fauteuil de la Présidence, je vous disais que l'honneur de l'avoir occupé resterait le plus grand de ma vie; vous n'avez pas voulu que cette parole restât vraie et vous avez dépassé tous mes rêves, en me confiant une fonction encore plus élevée. Je viens vous

en remercier, vous en remercier avec effusion. Mais il y a des successions douloureuses et pleines de dangers : celle de M. Dumas est du nombre. Sa grande prudence, qui savait éviter les conflits, sa bienveillance extrême qui s'étendait à tout le monde et par-dessus tout l'incomparable étendue d'un esprit qui savait aborder tous les sujets, avaient fait de M. Dumas l'homme nécessaire à l'Académie. Pendant bien longtemps, elle sentira le vide que la mort vient de faire. Je n'ai pas la taille qu'il faudrait avoir pour le combler; mais je suivrai religieusement l'exemple qu'a donné M. Dumas et la marche qu'il a imprimée à nos travaux; je ferai tout ce que je pourrai, vous demandant en retour de l'indulgence, de la bienveillance et de l'amitié. J'ai, d'ailleurs, auprès de moi un Collègue qui ne me refusera pas ses conseils. Lorsqu'il fut promu à la haute situation qu'il occupe, M. Bertrand disait à M. Dumas combien il était glorieux et fier de siéger auprès d'un savant aussi célèbre; qu'il me permette de m'approprier ces paroles pour les lui adresser à mon tour : moi aussi, je suis glorieux et fier de siéger auprès de M. Bertrand, et je lui garderai respectueusement la déférence qu'il a toujours témoignée à l'illustre Collègue que nous avons perdu, comme aussi je promets à l'Académie tout mon temps, tous mes soins, toutes mes forces. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence universelle des azotates dans le règne végétal*; par M. **Berthelot**.

« L'azote est un élément essentiel de tous les êtres vivants; il n'est pas moins nécessaire aux végétaux qu'aux animaux, quoique sa proportion y soit moins considérable. C'est même des végétaux que les animaux tirent en définitive, par voie directe ou médiate, l'azote nécessaire à leur constitution. Mais l'origine première de l'azote, qui concourt à former les principes immédiats des végétaux, n'est pas encore complètement éclaircie, non plus que le cycle des transformations que cet élément subit à partir des matières azotées du sol ou de l'atmosphère. J'ai entrepris de soumettre ces questions à un nouvel examen, à l'aide des ressources mises à ma disposition par M. le Ministre de l'Instruction publique, dans la station de Chimie végétale de Meudon, récemment instituée. Depuis un an, je me suis attaché spécialement à l'examen des azotates présents dans les tissus de certaines plantes, ainsi qu'à l'étude de leur origine et de leur rôle en Physiologie végétale. Plusieurs espèces de plantes ont été suivies et ana-

lysées dans toutes leurs parties, depuis l'ensemencement jusqu'à la reproduction des graines, pendant toutes les phases de leur végétation.

» Ces expériences, appuyées sur plusieurs milliers d'analyses, tendent à établir l'existence d'une nouvelle fonction végétale, donnant lieu à la formation des azotates au sein de certains tissus végétaux et pendant une période déterminée de la végétation. Elle résulte de l'action de certaines cellules, agissant sans doute à la façon du ferment nitrique de MM. Müntz et Schlœsing; de même que, dans les expériences de M. Lechartier, les cellules des fruits jouent le rôle de la levure pour développer la fermentation alcoolique. Cette fonction est corrélative avec les phénomènes d'oxydation et de réduction qui s'opèrent dans les tissus et avec les conditions successives de la vie des plantes.

» Je me propose d'exposer à l'Académie la suite de ces expériences, dont une longue série est dès à présent terminée. Des problèmes très intéressants et très controversés se présentent ici à nous, tels que celui de savoir si le salpêtre, ou plutôt l'acide azotique qui le constitue, préexiste dans les engrais, dans le sol arable, dans l'atmosphère; ou bien s'il est formé par le végétal, au moyen des principes azotés du sol ou des engrais. Avant de les discuter, je vais établir aujourd'hui la présence, pour ainsi dire universelle, des azotates dans le règne végétal.

» Depuis longtemps on avait reconnu cette présence dans quelques plantes. Déjà Stahl [1], il y a un siècle et demi, signalait l'existence du nitre dans la Pariétaire, le Tabac et le Fumeterre; il en donne comme preuve la propriété de fuser d'elles-mêmes que présentent ces plantes desséchées, ainsi que la formation des vapeurs rouges par leur fermentation. D'après M. Boussingault, la proportion du nitre dans le Tabac serait parfois si grande dans la vallée du Gange qu'il apparaîtrait à la surface de la plante, sous forme d'efflorescences salines. On a observé également le nitre dans la Bourrache, qui lui doit ses propriétés diurétiques, dans les Amarantacées, où M. Boutin en a reconnu des doses considérables, dans un certain nombre de plantes examinées par les observateurs, tels que Vaudin, qui l'a trouvé dans les extraits pharmaceutiques, Reichardt, qui l'a rencontré en petite quantité dans divers végétaux, et plusieurs autres savants. Rappelons encore la Betterave, où le nitre est signalé depuis plus d'un demi-siècle par les fabricants de sucre; à tel point que le Service des Poudres et Salpêtres, guidé par les travaux de M. Corenwinder et par ceux de

---

[1] *Fundamenta Chymiæ*, Pars II, p. 105; Nuremberg, 1747.

M. Faucher, a même cherché, dans ces dernières années, à l'utiliser comme agent producteur du salpêtre.

» Les travaux que je poursuis jettent une nouvelle lumière sur cette question, qui intéresse au plus haut degré la défense nationale.

» Exposons d'abord les expériences qui généralisent l'existence végétale du salpêtre. Voici comment j'opère. Je prends un poids de plante s'élevant à 200gr ou 300gr (sauf pour les plantes riches en salpêtre), j'en fais un extrait aqueux[1], que j'évapore au bain-marie et que je reprends par un mélange d'alcool et d'eau. J'évapore de nouveau pour chasser l'alcool et je dose les azotates par le procédé Schlœsing, c'est-à-dire en changeant les azotates en bioxyde d'azote, dont on mesure le volume en l'absorbant par le sulfate ferreux[2]. On en déduit le poids de l'azotate de potasse. Ce procédé est le seul tout à fait correct et décisif qui ait été étudié jusqu'ici.

» On a parfois déduit le poids de l'azotate de celui du carbonate alcalin obtenu par l'incinération du végétal; mais ce procédé est tout à fait inexact, une dose considérable de potasse existant toujours sous d'autres formes que celle d'azotate dans les plantes.

» Le procédé qui consiste à changer l'azotate en ammoniaque, en le réduisant au moyen du fer et du zinc, expose aussi à de graves erreurs, à cause de la coexistence des principes amidés dans les plantes.

» Peut-être l'ingénieux procédé présenté, dans la dernière séance, par M. Chevreul, au nom de MM. Arnaud et Padé, procédé fondé sur l'insolubilité de l'azotate de cinchonamine, fournira-t-il dans ces études des ressources nouvelles, lorsque nous pourrons disposer de quantités convenables de cet alcaloïde.

» Disons d'abord que les azotates doivent être recherchés de préférence dans la tige des végétaux, siège principal de leur production. C'est ce que montrent, par exemple, les analyses suivantes, faites vers le début de la végétation.

*Amarantus caudatus* (mai).

» Une plante sèche pèse 0gr,610.

| | gr |
|---|---|
| La tige renferme un poids d'azotate égal à | 0,0204 |
| La racine | 0,0039 |
| Les feuilles | 0,0024 |

(1) Quand le jus est acide, par exception, je le neutralise exactement avec du carbonate de potasse.

(2) L'acide carbonique, qui existe parfois dans le mélange, doit être absorbé au préalable par la potasse, et cela très soigneusement.

» Ces poids, rapportés en millièmes à chacune des portions correspondantes envisagée isolément, donnent :

| | gr |
|---|---|
| Tige | 83,8 |
| Racine | 58,6 |
| Feuilles | 8,2 |

*Amarante à feuilles rouges, naine* (mai).

| | | gr |
|---|---|---|
| Une plante sèche ($0^{gr},518$). | Tige | 0,0054 |
| | Racine | 0,0011 |
| | Feuilles | 0,00036 |

*Borrago officinalis* (mai).

| | | gr |
|---|---|---|
| Une plante sèche ($1^{gr},4195$). | Tige | 0,027 |
| | Racine | 0,0026 |
| | Feuilles | 0,0058 |

*Grande Consoude.*

| | | |
|---|---|---|
| Pour 1000 de plante sèche. | Tige | 0,160 |
| | Racine | 0,044 |
| | Feuilles | 0,00 |
| | Fleurs | 0,00 |

*Luzerne.*

| | | gr |
|---|---|---|
| Une plante sèche ($0^{gr},616$). | Tige | 0,00018 |
| | Racines | nul ou inappréciable. |
| | Feuilles | nul. |

*Triticum sativum.* Blé (mai).

| | | gr |
|---|---|---|
| Une plante sèche ($1^{gr},83$).. | Tige | 0,00170 |
| | Feuilles | 0,00023 |
| | Racines | 0,00031 |

*Avena sativa.* Avoine (mai).

| | | gr |
|---|---|---|
| Une plante sèche ($2^{gr},80$).. | Tige | 0,0032 |
| | Racines | 0,0009 |
| | Feuilles | 0,0011 |

» Je reviendrai sur ce point : mais j'ai dû en parler d'abord, pour expliquer le choix que j'ai fait des tiges dans mes analyses. Celles-ci ont été exécutées sur des familles assez variées pour permettre de généraliser les résultats ; la plupart ont porté sur des plantes non examinées jusqu'ici ;

on a dû y comprendre aussi, pour opérer méthodiquement, quelques végétaux dans lesquels les azotates ont déjà été signalés.

| | | Azotate de potasse pour 1000 parties. | |
|---|---|---|---|
| | | Plante sèche. | Plante humide. |
| *Hypnum triquetrum* (Mousses) | » | 0,055 | 0,050 |
| *Equisetum telmateia* (Équisétacées) | Tiges. | 0,360 | 0,066 |
| *Pteris aquilina* (Fougères) | Id. | 0,300 | 0,053 |
| *Scirpus lacustris* (Cypéracées) | Id. | 0,049 | 0,012 |
| *Juncus conglomeratus* (Joncées) | Id. | 0,180 | 0,065 |
| *Asparagus officinalis*. Asperge (Liliacées) | Id. | 0,300 | 0,044 |
| *Scilla nutans*. Jacinthe des bois (Liliacées) | Bulbes. | 0,077 | 0,024 |
| *Dactylis glomerata* (Graminées) | Tiges. | 0,110 | 0,024 |
| *Triticum sativum*. Blé (Graminées) | Id. | 27,8 | 4,40 |
| Le même. Huit jours après | Id. | 11,20 | 2,10 |
| *Avena sativa*. Avoine (Graminées) | Id. | 9,5 | 1,03 |
| Le même. Huit jours après | Id. | 17,6 | 2,80 |
| *Pinus sylvestris* (Conifères) | Jeunes pousses. | 0,21 | 0,049 |
| *Prunus domestica*. Prunier (Rosacées) | Id. | 0,12 | 0,026 |
| *Pyrus communis*. Poirier (Rosacées) | Id. | 0,15 | 0,043 |
| *Papaver Rheas*. Coquelicot (Papavéracées) | Tiges. | 31,6 | 1,60 |
| *Chelidonium majus* (Papavéracées) | Id. | 2,2 | 0,24 |
| *Solanum tuberosum*. Pommes de terre (Solanées) | Id. | 15,4 | 1,06 |
| *Bryonia dioica*. Bruyone (Cucurbitacées) | Id. | 33,3 | 2,10 |
| *Plantago lanceolata*. Plantain (Plantaginées) | Id. | 0,77 | 0,15 |
| *Lychnis dioica* (Caryophyllées) | Id. | 1,90 | 0,23 |
| *Galium aparine* (Rubiacées) | Id. | 0,10 | 0,012 |
| *Cherophyllum temulum*. Cerfeuil (Ombellifères) | Id. | 0,18 | 0,020 |
| *Euphorbia Cyparissias* (Euphorbiacées) | Id. | traces | » |
| *Geranium robertianum* (Géraniacées) | Id. | 7,0 | 0,78 |
| *Senecio vulgaris*. Seneçon (Composées) | Id. | 0,49 | 0,071 |
| *Tanacetum vulgare*. Tanaisie (Composées) | Id. | 0,75 | 0,076 |
| *Urtica dioica*. Ortie (Urticacées) | Id. | 12,6 | 1,8 |
| *Lamium album*. Ortie blanche (Labiées) | Id. | 0,19 | 0,033 |
| *Reseda lutea*. Gaude (Résédacées) | Id. | 5,9 | 0,74 |
| *Brassica alba*. Moutarde blanche (Crucifères) | Id. | 2,80 | 0,48 |
| *Rumex acetosa*. Oseille (Polygonées) | Id. | 0,38 | 0,042 |
| Id. id. id. | Feuilles. | 0,15 | 0,018 |
| *Ranunculus acris* (Renonculacées) | Tiges. | traces | » |
| *Trifolium pratense*. Trèfle (Légumineuses) | Id. | traces | » |

» Ainsi, presque tous les végétaux contiennent des azotates, au moins

pendant une certaine période de leur végétation : aussi bien les Dicotylédones que les Monocotylédones et les plantes des autres classes (Mousses, Fougères, Équisétacées, etc.); aussi bien les plantes terrestres que les plantes aquatiques; aussi bien les plantes annuelles que les plantes vivaces et les arbres mêmes (Pin, Prunier, Poirier), à la condition d'opérer sur les pousses de l'année. La proportion des azotates, constatée par un procédé d'analyse rigoureux, varie d'ailleurs, depuis des quantités presque nulles jusqu'à 15 millièmes dans la Pomme de terre, 28 millièmes dans le Blé, et même 150 millièmes dans certains *Amarantus*, à des périodes convenables de la végétation. Je me borne à signaler aujourd'hui ces variations, dont je présenterai bientôt l'étude approfondie. »

GÉOGRAPHIE. — *Rapport sur la publication faite par le Ministère des Travaux publics de documents relatifs à la mission dirigée par le lieutenant-colonel Flatters au sud de l'Algérie;* par M. **Daubrée.**

« A la suite d'un avis exprimé par la Commission supérieure instituée en 1879 pour l'étude des questions relatives à la mise en communication, par voie ferrée, de l'Algérie et du Sénégal avec le Soudan, le Ministre des Travaux publics, M. de Freycinet, chargea le lieutenant-colonel Flatters de diriger une exploration ayant pour but la recherche d'un tracé de chemin de fer entre l'Algérie et le Soudan.

» Muni d'instructions officielles, le lieutenant-colonel Flatters partit de Biskra dans les premiers jours de 1880, avec un personnel scientifique composé de neuf personnes. Après avoir franchi la région des dunes par Aïn-Taïba et El-Biodh, l'exploration parvint le 16 avril au lac Menkhough par 26° 30′ de latitude nord.

» Arrivé à ce point, les négociations qu'il avait entamées avec les Touaregs pour assurer la continuation du voyage traînant en longueur, il crut devoir revenir sur ses pas, et le 17 mai, sans avoir éprouvé d'accidents, il ramena la mission tout entière à Ouargla.

» Les résultats de cette première expédition, soumis au mois de juin à la Commission supérieure du Transsaharien, furent reconnus assez importants pour motiver la continuation de l'exploration, et, conformément à l'avis de cette Commission, une seconde expédition fut décidée.

» Le 16 novembre 1880, la caravane quitta Laghouat : elle était composée de sept membres, ainsi que de deux sous-officiers français, deux ordonnances françaises, soixante-seize chameliers et ordonnances indi-

gènes, cinq guides Chaamba d'Ouargla, en tout quatre-vingt-treize hommes, dont onze Français.

» Les sept membres de la mission étaient M. le colonel Flatters, MM. Masson, Béringer, ingénieur du cadre auxiliaire des travaux de l'État; Roche, ingénieur au corps des Mines; Guiard, médecin, aide-major de première classe; de Dianous, lieutenant d'infanterie; Santin, ingénieur des Arts et Manufactures.

» La mission se dirigea sur Ouargla, d'où elle repartit le 4 décembre en suivant une route non encore relevée par les Européens : l'Oued-Mia et les contreforts orientaux du plateau qui s'étend de Goleah au Tidikelt, pour rejoindre l'Oued-Igharghar à Amguid.

» Le 29 janvier, elle avait atteint Inzelman-Tiksin avec 25° 30′ de latitude nord, près de la saline d'Amadghor, localité d'où partit la quatrième et dernière des dépêches qui faisaient connaître le Journal de route, ainsi qu'une Carte dressée par M. l'ingénieur Béringer et une Note géologique rédigée par M. l'ingénieur Roche. A cette dernière date, M. Flatters, en vue de la saline d'Amadghor, au centre de la mystérieuse région du Hoggar, écrivait dans sa correspondance intime :

« Je puis me considérer comme tenant un succès. C'est un important résultat que celui que nous avons obtenu ; plus de 1200$^{km}$ parcourus depuis Ouargla dans un pays que jamais pied européen n'a foulé; passage chez les Touareg-Hoggar, que jamais on n'avait pu aborder jusqu'ici... Je pense être à Asiou dans vingt-cinq jours, sauf incidents. »

» Dix-huit jours après que ces lignes étaient écrites et à quelques jours du puits d'Asiou, la trahison a mis fin, le 16 février 1881, à cette glorieuse exploration, l'une des plus hardies qui aient été tentées sur le continent africain.

» Le Volume dont j'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie, de la part du Ministre des Travaux publics, et dont M. Cendre, directeur des chemins de fer, a surveillé la publication, se compose de deux parties distinctes.

» Dans la première Partie se trouvent réunis les documents que les explorateurs ont réunis comme définitifs, au retour de leur première expédition.

» Le Journal de route a été rédigé par le chef de la mission.

» Un Rapport de M. Béringer donne les coordonnées géographiques des principaux points visités, la topographie et le nivellement de l'itinéraire, ainsi que de nombreuses observations météorologiques.

» Dans un autre Rapport, M. l'ingénieur Roche fait connaître très clairement, à l'aide de nombreux dessins et coupes imprimés dans le texte, les faits géologiques et hydrologiques intéressants rencontrés dans chaque partie; puis il coordonne les conclusions qu'on peut en tirer. Les échantillons auxquels se réfèrent des Tableaux annexes ont été déposés dans les collections de l'École des Mines.

» D'après M. Roche, les alluvions et les grès entre Ouargla et El-Biodh appartiennent au terrain quaternaire; entre El-Biodh et Temassinin, c'est le crétacé, étages turonien et cénomanien; enfin le Tâsili des Azdjer est dévonien, probablement de l'étage moyen. Tous ces terrains se présentent en couches à peu près horizontales ou du moins fort peu inclinées du sud vers le nord.

» Après avoir étudié en détail ces divers terrains, y compris les dunes, M. Roche cherche à déduire des considérations relatives à la structure du Sahara oriental. La question de l'eau dans cette contrée, si importante qu'elle domine tous les tracés des lignes suivies par les caravanes, est aussi à prendre en grande considération pour un chemin de fer. M. Roche montre que les eaux souterraines se rencontreront dans la plus grande partie du Sahara, et en quelques points des eaux artésiennes. Il existe une nappe souterraine située à la partie inférieure du terrain quaternaire et qui affleure dans les chotts d'Ouargla. Elle s'étend vers le sud jusqu'à l'Oued-Igharghar au delà d'El-Biodh sur environ $600^{km}$. Dans certaines régions on ne pourra l'atteindre qu'avec des puits de $25^m$ à $40^m$, profondeurs trop grandes pour que les Arabes en aient exécuté. L'eau de cette nappe est d'assez bonne qualité; elle contient en général moins de $1^{gr}$ à $2^{gr}$ de sel par litre.

» La principale conclusion à tirer de ces études, relativement au chemin de fer transsaharien, est l'absence de perturbations terrestres ayant modifié l'horizontalité des couches; les accidents topographiques ont été principalement produits par les eaux et, par conséquent, ne sont pas bien considérables. La vallée de l'Igharghar offre toutes les facilités désirables pour la voie ferrée, même dans la région des dunes où l'on dirait que l'Oued s'est frayé un passage.

» L'avant-projet d'un chemin de fer au sud de Ouargla, par M. Béringer, conclut que la construction d'une voie ferrée entre Ouargla et un point situé à $600^{km}$ plus au sud, à peu près sur le même méridien, ne présentera aucune difficulté technique particulière et pourra être faite dans des conditions économiques, le prix du kilomètre ne dépassant pas $100000^{fr}$.

Il paraît résulter des renseignements recueillis auprès des indigènes que, jusqu'à la plaine d'Amadghor, soit $800^{km}$ au sud d'Ouargla, le terrain continue à présenter les mêmes facilités pour l'établissement d'un chemin de fer.

» Il convient aussi de citer un Mémoire sur les âges de pierre du Sahara central, rédigé par M. Lucien Rabourdin et accompagné de figures très habilement rendues par la photogravure. Bien au sud de Ouargla, le premier point extrême du désert où l'on ait trouvé des restes de l'antiquité historique, les missions transsahariennes Flatters et Choisy ont trouvé de nombreux ateliers de pierres taillées jusqu'à El Goleah, et bien plus avant dans le désert jusque dans le pays des Touareg. Aux temps préhistoriques, des peuplades nombreuses et sédentaires existaient dans cette région, aujourd'hui désolée de l'Afrique, que l'on nomme le *Grand-Désert*. Les âges de pierre de cette race ont certainement des instruments de formes identiques à celles qui se sont succédé en Europe, et il n'est pas impossible, pense l'auteur, qu'il y ait eu communication des peuplades sahariennes de l'âge de pierre avec l'Asie méridionale et la Malaisie.

» La seconde Partie du Volume comprend les pièces que le colonel Flatters a pu faire parvenir à l'administration, par envois successifs, au cours de sa deuxième exploration. Ces pièces se composent de fragments du Journal de route du chef de la mission, de Notes géologiques et météorologiques et d'Observations barométriques et astronomiques. On y a joint des extraits de la correspondance officielle et privée des explorateurs.

» Les feuilles d'itinéraire au $\frac{1}{1250000}$, qui faisaient partie du Journal de route et qui sont parvenues avec lui à l'administration, ont été réunies en une Carte unique à la même échelle, scrupuleusement conforme aux itinéraires partiels, et l'on a reporté sur cette feuille la Carte de la première expédition, de manière à grouper en un document unique l'ensemble des travaux géographiques des deux missions. Outre cette Carte générale, trois feuilles de détail s'appliquent : 1° à la région des Gour, aux abords d'Ouargla; 2° aux abords d'El-Biodh; 3° à la vallée des Ighargharen, en avant du lac Menkhough.

» Bien que le colonel Flatters et ses compagnons n'aient pu achever leur œuvre, les progrès qu'ils ont fait faire à la géographie saharienne demeurent considérables. Il est heureux que le Ministère des Travaux publics ait recueilli religieusement et coordonné tous ces documents, dans une publication qui est un juste hommage rendu à ces hommes intrépides et dévoués, qui ont succombé dans des circonstances navrantes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Commentaire arithmétique sur une formule de Gauss* (suite); par M. DE JONQUIÈRES.

« Dans le dernier numéro du *Compte rendu*, M. Pellet appelle à juste titre l'attention sur un passage de la *Note* présentée par moi le 2 juin 1884. Je me suis, en effet, dans l'alinéa dont il s'agit, exprimé en des termes qui visent trop particulièrement les exemples numériques cités dans la Note et qui ont besoin d'être généralisés.

» Au lieu de ces mots : « qu'après avoir été multipliés par 4 » (p. 1360, lignes 8 et 9), il eût fallu écrire : « qu'après avoir été multipliés » par *un facteur numérique, qui est ici égal à* 4 »; et, par suite, ligne 17 : « sans qu'il soit nécessaire de multiplier aucun d'eux par *un facteur numé-* » *rique* pour le rendre tel »; enfin terminer ainsi la parenthèse (p. 1361, ligne 1) : « leur nombre pouvant s'élever à $2^{n-1}-1$, si $n$ est celui des fac- » teurs premiers de X *qui sont de la forme* $(1, 0, p)$ » [1].

» Ces explications complémentaires résultent, au reste, implicitement de la citation que je fais un peu plus loin (p. 1361, 2e alinéa), au sujet de ces multiplicateurs auxiliaires, d'un Mémoire où on lit ce qui suit (§ IV): « A cet effet, il faut multiplier chaque diviseur linéaire de N par un » multiplicateur (et il en existe toujours au moins un), *choisi de manière* » à le transformer en un diviseur quadratique de la forme requise $(1, 0, p)$. » Il faut, en outre, etc. » On sait d'ailleurs (voir LEGENDRE, *Théorie des Nombres*) que ce multiplicateur est toujours moindre que $2\sqrt{\frac{p}{3}}$. Dans l'exemple choisi par M. Pellet, où le diviseur linéaire de la forme $(1, 0, 23)$ est 47, le multiplicateur est 3 $(47\times 3 = 7^2 + 23, 2^2)$. Il ne saurait, d'après cela, être constant, comme pouvait le faire croire le texte de ma rédaction. »

M. DE LESSEPS communique à l'Académie le procès-verbal des réunions des 16 et 19 juin 1884 de la Commission consultative internationale du Canal de Suez. La Commission s'est prononcée en faveur de l'élargissement pur et simple de la voie maritime, de préférence au creusement d'un second canal.

---

[1] Dans ces trois passages, les mots en italique sont ceux à ajouter au texte primitif.

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de feu M. *Spottiswoode*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 38,

| | | |
|---|---|---|
| M. Salmon obtient | . . . . . . . . | 34 suffrages |
| M. Beltrami » | . . . . . . . . | 1 » |
| M. Cremona » | . . . . . . . . | 1 » |

Il y a deux billets blancs.

M. Salmon, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de proposer des questions de prix pour l'année 1886.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Commission chargée de présenter une question de Grand prix des Sciences mathématiques, pour l'année 1886 : MM. Hermite, Jordan, Bertrand, Bouquet et Darboux réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. O. Bonnet et Phillips.

Commission chargée de présenter une question de Prix Bordin (Sciences mathématiques) pour l'année 1886 : MM. Hermite, Phillips, Rolland, Bertrand, Resal réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Darboux et O. Bonnet.

## MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Sur deux cas de suture secondaire du nerf médian avec rétablissement rapide de l'innervation dans les parties paralysées.* Note de M. Tillaux.

« On entend sous le nom de *suture secondaire* d'un nerf celle que l'on pratique plus ou moins longtemps après sa section, alors que les deux

bouts se sont cicatrisés séparément, par opposition à la *suture primitive* qui se fait immédiatement après l'accident.

» Les cas de suture secondaire des nerfs chez l'homme sont fort rares, et prêtent à des considérations de l'ordre scientifique le plus élevé; c'est pourquoi je me suis cru autorisé à en soumettre deux exemples à la haute appréciation de l'Académie des Sciences.

» Le 2 novembre 1883, S. Caroline, âgée de 23 ans, en nettoyant des vitres, se fit une plaie transversale profonde à la face antérieure du poignet droit; le nerf médian fut sectionné complètement. On ne pratiqua pas de suture primitive. La plaie guérit, mais il resta une paralysie absolue de toutes les parties de la main innervées par ce nerf.

» Le 4 mars 1884, c'est-à-dire quatre mois après l'accident, cette jeune fille, incapable de travailler pour gagner sa vie, entra dans mon service à l'hôpital Beaujon, demandant qu'on lui rendît l'usage de sa main droite.

» Voici ce que nous révéla une exploration minutieuse et bien des fois répétée : au poignet existe une cicatrice rectiligne transversale, douloureuse à la pression. On sent à ce niveau une saillie assez nette, constituée probablement par le bout central du nerf sectionné. La face palmaire du pouce, de l'index, du médius, de l'éminence thénar ainsi que la face dorsale des deux dernières phalanges de l'index et du médius sont totalement insensibles au contact, à la douleur et à la température: l'anesthésie est moins marquée, bien que très manifeste, sur la moitié externe de l'annulaire. La malade peut, sans éprouver la moindre sensation, plonger dans l'eau bouillante l'extrémité des doigts paralysés, ou bien ramasser des charbons ardents. Les muscles de l'éminence thénar sont atrophiés, et le mouvement d'opposition du pouce est aboli. Des troubles trophiques existent sur l'index et le médius. Cette exploration délimite donc exactement la paralysie au territoire innervé par le médian.

» Ajoutons que les parties paralysées sont plus froides que celles du côté opposé, et que la peau présente une teinte légèrement violacée.

» L'état actuel de nos connaissances sur la physiologie du système nerveux n'était pas de nature à m'engager à intervenir par une opération. Moi-même, dans un travail publié en 1866, me basant sur les résultats fournis par les expériences sur les animaux, j'avais considéré comme très douteux le rétablissement du courant nerveux par le bout périphérique d'un nerf coupé. Un échec était donc presque certain. Cependant, vivement sollicité chaque jour par la malade; convaincu, grâce aux progrès si remarquables de la Chirurgie actuelle, de ne lui faire courir aucun danger, certain de ne pas aggraver son état en cas d'insuccès, je me décidai à agir.

» L'opération suivante fut pratiquée le 19 mars. La malade étant endormie au chloroforme, les deux bouts du nerf médian furent mis à découvert à l'aide d'une incision verticale. Ils étaient distants l'un de l'autre

de $0^{m},01$ environ. Le bout central était renflé, le bout périphérique effilé.

» Chacun d'eux fut excisé à son extrémité avec des ciseaux de façon à obtenir une surface de section fraîche et de même diamètre. Ensuite, sans se servir de pinces qui eussent pu contusionner les tubes nerveux, une aiguille très fine, armée d'un crin de Florence, fut passée d'un bout dans l'autre, le fil fut introduit de façon qu'il ne pût s'interposer entre les deux bouts du nerf. Il fut serré doucement jusqu'à juxtaposition parfaite des deux surfaces de section, évitant soigneusement que le névrilème se repliât vers l'axe du nerf, ce qui eût empêché la réunion. Le fil fut noué, coupé à ras du nœud et abandonné dans la plaie. On évite ainsi la manœuvre délicate et compromettante pour le succès définitif de l'enlèvement du fil dans les jours qui suivent l'opération. Mais l'abandon du fil ne doit se faire que s'il est de nature à être résorbé sur place.

» La plaie extérieure fut ensuite drainée, réunie avec des fils d'argent et recouverte d'un pansement de Lister. Les précautions les plus minutieuses de la méthode antiseptique avaient été observées.

» La main de la malade fut immobilisée dans la flexion et maintenue ainsi pendant huit jours sans qu'il fût touché au pansement. Au huitième jour, la réunion était complète. Que s'était-il passé du côté du nerf médian? Dès le deuxième jour, la malade accuse des picotements, des élancements sur la face palmaire de l'index et du médius. Le troisième jour, l'index et le médius sentent le contact d'une épingle qu'on promène doucement à leur surface. La sensibilité reparaît de plus en plus les jours suivants. Bref, le 1er mai, six semaines après l'opération, la malade demande sa sortie. La sensibilité et les mouvements sont revenus à ce point qu'elle travaille à l'aiguille et au crochet. Elle se sent en état de reprendre sa profession.

» Les faits exceptionnels se présentent rarement isolés. Il y avait à cette époque, dans le service, une jeune femme de 28 ans, entrée pour une affection abdominale. Elle nous apprit que quatorze ans auparavant, en 1870, étant tombée sur un fragment de bouteille, elle s'était fait une plaie profonde à la face antérieure du poignet droit. Le nerf médian avait dû certainement être sectionné, car cette malade présentait les mêmes symptômes paralytiques que la précédente.

» Témoin du bonheur qu'éprouvait sa camarade d'infortune d'avoir recouvré l'usage de sa main, elle réclama à son tour une opération.

» L'hésitation était bien permise. Suturer les deux bouts d'un nerf coupé

depuis quatorze ans paraissait une entreprise presque téméraire. Cependant, pour les raisons que je donnais plus haut, je finis par céder aux instances de la malade.

» Une opération à peu près identique à celle que je viens de décrire fut pratiquée le 30 avril. En voici le résultat : dès le lendemain la malade s'aperçut que ses doigts n'étaient plus insensibles; elle y ressentait aussi quelques élancements douloureux. On put constater les jours suivants que la sensibilité à la douleur au toucher et à la température était complètement rétablie. J'ai revu plusieurs fois ces deux malades depuis leur sortie de l'hôpital : le résultat s'est maintenu.

» Il est certain que ces faits sont en contradiction avec les données actuelles de la Physiologie et de l'Histologie.

» Par quelle voie s'est rétablie l'innervation?

» Il semble naturel de supposer que c'est par le rapprochement immédiat et la soudure rapide du bout central du nerf avec le bout périphérique, et je ne conçois pas, jusqu'à nouvel ordre, qu'il en puisse être autrement. Mais c'est impossible, dit M. Vulpian, car le bout périphérique du nerf, fatalement dégénéré, avait perdu toute propriété de transmission, ce que démontrent invariablement les expériences sur les animaux. M. Ranvier, qui a bien voulu examiner les portions de nerf retranchées pour l'avivement, dit à son tour : C'est impossible, puisque les tubes nerveux, agents de la transmission, ont disparu dans le bout périphérique et qu'on n'y trouve plus que du tissu fibreux.

» Je m'empresse de m'incliner devant de semblables autorités, mais j'ajoute : Quelle que soit la théorie, il est indéniable que mes deux malades ont recouvré la sensibilité. C'est indéniable parce que ces faits ont été observés publiquement, dans un service d'hôpital, par un grand nombre de personnes compétentes; parce qu'ils ont été observés et contrôlés plutôt avec une forte prévention, aussi bien de ma part que de celle de mes élèves.

» Nous n'avons donc pu nous tromper ni être trompés sur la réalité du fait en lui-même.

» On en trouve d'ailleurs un certain nombre d'analogues dans une Revue publiée par Wessenstein dans le *Centralblatt für Chirurgie*, 1884, n° 19, p. 304.

» C'est à l'avenir qu'il appartient de les expliquer. »

CHIMIE. — *Sur quelques phénomènes d'occlusion.* Note de M. P. SCHUTZENBERGER.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« J'ai l'honneur d'attirer l'attention de l'Académie sur des faits pouvant être rattachés provisoirement, et faute de meilleure explication, à ce que l'on désigne sous le nom de *phénomènes d'occlusion*. Dans un intéressant travail sur le passage de l'oxygène à travers une paroi métallique chaude, M. Troost a rappelé l'un des phénomènes d'occlusion les plus curieux, dont la découverte est due à Dumas, celle de l'oxygène dans l'argent.

» L'observation suivante me semble intéressante, puisqu'elle paraît fournir un exemple d'occlusion d'un gaz par un autre gaz.

» Tout le monde sait que l'oxygène préparé avec un mélange de chlorate de potasse et de bioxyde de manganèse se dégage assez rapidement à une température relativement basse, et qu'il entraîne une proportion sensible de chlore et de composés oxygénés du chlore.

» Cet oxygène, bien lavé à l'eau et conservé pendant deux à trois semaines dans un gazomètre métallique, en présence d'une masse d'eau considérable, n'en conserve pas moins comme un reflet, si je puis m'exprimer ainsi, de l'odeur initiale très prononcée du chlore ou de l'acide hypochloreux.

» Il possède, en outre, la propriété d'attaquer le caoutchouc à la manière de l'ozone.

» J'ai toujours constaté que le bout de tube en caoutchouc vulcanisé qui met le grand gazomètre de $400^{lit}$, dont je me sers habituellement, en communication avec les appareils d'utilisation, devenait cassant et friable au bout de quelques semaines, au point même où s'opère le premier contact avec le gaz.

» Cependant l'oxygène dont il est question ici peut être dirigé bulle à bulle, pendant des heures, à travers le liquide d'un barboteur contenant : soit de l'eau pure, soit une solution faiblement colorée de tournesol bleu sensible ou de sulfindigotate de soude, soit une solution de nitrate d'argent, sans produire *aucun* effet révélant la présence du chlore, de l'acide chlorhydrique ou de l'un des acides oxygénés du chlore.

» Au contraire, si, avant de soumettre cet oxygène à l'action de ces réactifs, on le chauffe au rouge en un point de son parcours à travers un

tube étroit en platine, on pourra constater de la façon la plus nette la présence de traces de chlore : le carmin d'indigo est décoloré et le nitrate d'argent est précipité.

» Quelle que soit l'interprétation que l'on cherche à donner à ce fait, il prouve qu'une faible quantité de chlore empruntée au chlorate de potasse, au moment de sa décomposition brusque et à température relativement basse, peut rester dissimulée dans la masse de l'oxygène et ne devient apparente qu'après l'intervention d'une température élevée.

» Il paraît peu probable, quand on a suivi l'expérience, que le chlore ainsi mis à nu ait été simplement mélangé à l'oxygène sous l'une de ses formes de combinaisons connues. Le chlore libre et l'acide chlorhydrique donneraient immédiatement un précipité avec le nitrate d'argent. Les acides hyperchloreux, chloreux et hypochlorique décoloreraient l'indigo aussi bien avant qu'après l'action de la chaleur. Enfin les acides chlorique et perchlorique rougiraient la teinture de tournesol et se seraient certainement déposés et dissous après trois semaines de repos au contact de de l'eau.

» C'est donc bien sous une forme spéciale et encore indéterminée que le chlore subsiste en faibles proportions dans l'oxygène.

» L'oxygène préparé par la calcination du chlorate de potasse seul, mis en liberté plus lentement et à une température plus élevée, n'offre rien de semblable.

» Voici un autre fait d'occlusion qui mérite d'être signalé, son ignorance pouvant entraîner des erreurs dans certaines analyses.

» Ayant eu l'occasion de brûler un carbure d'hydrogène au moyen du chromate de plomb, j'ai été surpris de trouver d'une manière constante, pour l'hydrogène, un nombre dépassant de près de 1 pour 100 celui donné par la théorie ou par la combustion avec l'oxyde de cuivre.

» L'examen attentif de ce résultat anormal m'a conduit à en découvrir la cause.

» Avec du chromate de plomb préalablement fondu et coulé aussitôt que la fusion est complète, les résultats d'une analyse élémentaire sont normaux, si l'on emploie les précautions convenables pour éviter l'influence perturbatrice de l'humidité de l'air.

» Si, au contraire, on maintient pendant quelque temps (trois quarts d'heure environ) le chromate en fusion dans un creuset de Paris chauffé au four Perrot, en le coulant après dans une bassine plate en tôle, en le pulvérisant grossièrement et en l'emmagasinant dans un flacon sec pen-

dant qu'il est encore brûlant, l'analyse faite avec ce chromate donnera toujours un excès d'hydrogène, quelque soin que l'on prenne pour éliminer l'influence de l'humidité de l'air. La différence est due à de l'eau retenue par la masse du chromate, eau qui se dégage au moment où le sel est porté au rouge naissant. Il suffit, pour le prouver, de faire une analyse à blanc, sans matière organique. La proportion d'eau ainsi dégagée par le sel de plomb remplissant un tube à combustion de $0^{m},80$ de long peut s'élever à $0^{gr},025$ ou $0^{gr},03$.

» Il est difficile d'admettre que l'eau s'est fixée sur le chromate pendant le concassage fait à une température assez élevée. Pour le reste des manipulations, l'accès de l'air humide a été évité à peu près complètement. Du reste, le même phénomène ne se produit pas avec le chromate coulé aussitôt après fusion.

» L'explication qui me semble la plus plausible consiste à admettre que, pendant sa fusion prolongée dans un creuset à parois poreuses et dans une flamme de gaz, le chromate dissout une certaine quantité de vapeur d'eau, comme l'argent fondu dissout l'oxygène; une partie de cette eau resterait emprisonnée et retenue après la solidification brusque de la masse coulée et ne se dégagerait qu'au rouge.

» Quoi qu'il en soit, le fait est réel et peut amener des erreurs sérieuses dans les analyses organiques faites avec le chromate, erreurs que l'on évitera facilement une fois que l'on est prévenu. A ce point de vue seul, il mérite déjà d'être signalé.

» L'observation suivante se rattache également aux phénomènes d'occlusion et prouve qu'ils peuvent se produire entre un composé et l'un de ses éléments.

» L'oxyde de cuivre très divisé obtenu, soit par la calcination du nitrate, soit par précipitation, étant chauffé au rouge naissant dans l'oxygène, puis abandonné au refroidissement dans une atmosphère de ce gaz, dégage de l'oxygène avec une effervescence manifeste lorsqu'on vient à le dissoudre dans l'acide sulfurique ou dans l'acide chlorhydrique dilués, après l'avoir préalablement délayé dans l'eau et fait bouillir avec ce liquide pour expulser l'air mécaniquement adhérent et retenu. J'ai recueilli le gaz dégagé et j'ai constaté qu'il était en grande partie absorbable par le pyrogallate de potasse.

» Évidemment ici l'oxygène est retenu par l'oxyde de cuivre sous une forme spéciale différente de celle d'une combinaison ordinaire, puisqu'il se dégage à l'état de liberté lors de la transformation de cet oxyde en sel.

S'il formait avec l'oxyde un peroxyde, la dissolution dans l'acide chlorhydrique donnerait plutôt du chlore libre, ce qui n'est pas. On comprend que des faits de cet ordre puissent amener une légère perturbation dans des expériences analytiques auxquelles on cherche à donner une grande précision. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de synthèse de composés organiques azotés. Synthèse totale de la xanthine et de la méthylxanthine;* par M. **Arm. Gautier.**

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« L'hypothèse, que le groupement cyanhydrique CAzH existe dans les principaux composés de la série urique et que ces composés eux-mêmes sont comme les noyaux ou centres autour desquels viennent se rattacher les autres radicaux de la molécule albuminoïde, m'avait préoccupé dès 1872, et les beaux travaux de M. Schützenberger sur les dédoublements des corps protéiques, bien loin de m'en éloigner, m'avaient confirmé dans cette manière de voir.

» En 1873, j'avais commencé, dans ce sens, des essais de synthèses des corps uriques et albuminoïdes dont je confiai l'idée directrice à mon très illustre et regretté maître Würtz, ainsi qu'à M. Ch. Robin. Je supposais qu'en présence d'une trace d'alcali ou de sels alcalins le nitryle formique $Az(CH)'''$ acquiert la constitution d'une carbylamine $\overset{-C-}{\underset{(AzH)}{\|}}$ et devient ainsi apte à des polymérisations d'où résultent, en présence de l'eau, comme terme définitif, l'azulmine $x(C^{10}H^{10}Az^8O^4)$, d'après mes analyses. Mais il était à prévoir qu'une molécule si condensée était précédée ou accompagnée de la production de corps moins complexes, appartenant sans doute à la série urique, car, dès le début, j'avais observé que l'oxydation des azulmines donne naissance à de la *guanidine*.

» Toutefois la complication de ces recherches, la toxicité de l'acide cyanhydrique et le danger résultant de la formation de corps explosifs, me firent successivement abandonner, reprendre et délaisser ces études en 1872 et 1876.

» Mais cette année, à la suite d'un travail que je vais bientôt publier sur les substances alcaloïdiques qui se forment chez les animaux durant la vie normale, j'ai été ramené à mes anciennes recherches de synthèses par

l'acide cyanhydrique, et la polymérisation *réglée* de ce nitryle en présence de l'eau vient de me fournir la *xanthine* $C^5H^4Az^4O^2$ et la *méthylxanthine*. On sait que la première ne diffère de l'acide urique $C^5H^4Az^4O^3$ que par un atome d'oxygène, et que la méthylxanthine est un corps nouveau intermédiaire entre la xanthine et la diméthylxanthine $C^7H^8Az^4O^2$, elle-même isomère de la théobromine du cacao. Aucun de ces corps n'avait été obtenu par synthèse totale.

» Pour préparer la xanthine et la méthylxanthine, je chauffe un mélange d'acide cyanhydrique, d'eau et d'acide acétique. Ce dernier n'agit que pour empêcher la liqueur de devenir ammoniacale, auquel cas les polymérisations ne peuvent être enrayées. Le contenu des tubes est traité par de l'eau froide; celle-ci dissout un certain nombre de corps, entre autres des acides réducteurs, et une substance remarquable, qui, traitée par HCl en excès, laisse peu à peu précipiter de fines aiguilles microscopiques cristallines pourpres. C'est un acide diatomique sur lequel je reviendrai bientôt. Le contenu des tubes, épuisé à froid, est repris par l'eau bouillante; celle-ci, en refroidissant, donne un précipité qu'on lave, redissout dans l'acide chlorhydrique, neutralise par $AzH^3$, filtre pour séparer des impuretés et traite enfin par l'acétate de cuivre. Dès que la liqueur est bouillante, il se précipite un mélange de xanthate et méthylxanthate de cuivre; on le recueille, lave et décompose à chaud par $H^2S$. L'eau bouillante en extrait d'abord la méthylxanthine, qui se dépose à froid. Ou bien on fait bouillir le magma cuprique décomposé par $H^2S$ avec de l'eau acidulée, on filtre à chaud, sature d'ammoniaque et concentre la liqueur. La xanthine et la méthylxanthine se précipitent par refroidissement.

» J'ai analysé les produits obtenus par l'une ou l'autre de ces deux variantes. Voici mes nombres :

| | Trouvé | | Nombres théoriques pour | |
|---|---|---|---|---|
| | Solution en HCl et saturation par $AzH^3$. I. | Simple précipitation de l'eau bouillante. II. | Xanthine $C^5H^4Az^4O^2$. | Méthylxanthine $C^6H^6Az^4O^2$. |
| C | 41,67 | 44,50 | 39,5 | 43,38 |
| H | 3,63 | 3,43 | 2,6 | 3,61 |
| Az | 35,05 | 34,50 | 36,8 | 33,73 |
| O | » | » | 21,1 | 19,28 |

Ces nombres montrent qu'il est difficile de séparer complètement les deux

substances, mais que, par le premier procédé (Analyse II), on obtient surtout de la méthylxanthine, et que, par le second, on a un mélange à équivalents presque égaux de xanthine et de méthylxanthine (Analyse I). Ce mélange demande en effet

$$C = 41,51; \quad H = 3,15; \quad Az = 35,22; \quad O = 20,12.$$

» La synthèse de la xanthine et de la méthylxanthine par l'acide cyanhydrique et l'eau s'explique comme suit :

$$11\,CAzH + 4H^2O = \underbrace{C^5H^4Az^4O^2}_{\text{Xanthine.}} + \underbrace{C^6H^6Az^4O^2}_{\text{Méthylxanthine.}} + 3AzH^3.$$

» Il faut ajouter que les rendements sont faibles : les corps ci-dessus sont en effet accompagnés d'une notable proportion d'un composé cristallisé en aiguilles couleur de miel qui se transforme au sein de l'eau en matières azulmiques.

» Si, dans la réaction précédente, on vient à remplacer l'eau par les divers alcools mono ou polyatomiques, les acétones, les aldéhydes, les phénols, etc., on obtient une série presque indéfinie de corps nouveaux, dont quelques-uns constituent des bases remarquables ou des corps neutres complexes dont je crois devoir me réserver l'étude.

» J'ai caractérisé la xanthine de synthèse par ses réactions spéciales les plus délicates : solubilité dans les alcalis et les acides; précipitation à chaud seulement par l'acétate de cuivre; combinaison gélatineuse avec l'azotate d'argent, difficilement soluble dans l'ammoniaque; précipité dense par bichlorure de mercure, tandis que l'acétate de plomb ne donne qu'un simple louche; chloroplatinate soluble, chloraurate en belles aiguilles souvent écailleuses à leur surface; azotate amorphe difficilement soluble quand il a été évaporé; précipité jaune abondant par le phosphomolybdate de soude dans la solution acide du nitrate; dérivé nitré que la potasse étendue fait virer à un bel orange rose, toutes ces réactions sont celles de la xanthine, et, si quelques-unes s'appliquent aux autres corps de sa famille, beaucoup sont tout à fait caractéristiques de la xanthine même.

» Le mécanisme des synthèses que je viens d'exposer me paraît très rapproché, sinon identique en plusieurs points, de celui qui se passe chez les végétaux. D'après mes observations, le groupement $=C(AzH)$ paraît s'y former à l'état naissant par réduction des nitrates et des nitrites en présence d'une foule de matières organiques. Quoi qu'il en soit, cette méthode

d'agrégations moléculaires qui peuvent se produire, même à froid entre des corps réputés saturés, m'a déjà donné un assez grand nombre de résultats nouveaux que j'espère avoir bientôt l'honneur de communiquer à l'Académie. »

## MÉMOIRES PRESENTÉS.

EMBRYOGÉNIE. — *Formation et structure de la substance grise embryonnaire de la moelle épinière des vertèbres supérieures.* Note de M. **W. Vignal**, présentée par M. Marey.

(Renvoi à la Commission des prix Montyon.)

« De nos jours, malgré les travaux de Mayzel, Drasche, Fraisse, Brass et quelques sages réserves de Flemming, on a une tendance manifeste à considérer comme la caractéristique de la division cellulaire, sauf toutefois pour les globules blancs, les élégantes figures chromatiques qu'on obtient en colorant par des substances ayant une élection très grande pour les noyaux des cellules en voie de division. Cependant, quelques auteurs reconnaissent que les figures chromatiques ne sont pas constantes, mais qu'on rencontre toujours des figures achromatiques formées par les minces filaments incolores de l'aster.

» J'ai été amené à m'occuper secondairement de cette question à propos de la formation de la substance grise embryonnaire.

» On sait qu'avant le neuvième jour chez le lapin, le quatrième chez le poulet, la moelle est formée uniquement de cellules embryonnaires allongées, toutes semblables entre elles; à partir de cette époque, la substance grise se forme sur les côtes des rangées de cellules précédentes sous la forme de nouvelles couches, dont le grand diamètre n'est pas dirigé dans le même sens que ces dernières. La couche que forme ces cellules se produit très rapidement; de nombreux vaisseaux y pénètrent, de sorte qu'on est en droit de penser que les changements qui se produisent dans les cellules sont très actifs et que, par conséquent, si les figures karyokinétiques sont aussi constantes qu'on le dit généralement, on devrait en rencontrer un grand nombre.

» Telle avait été ma première idée : aussi ai-je été grandement étonné de ne pas en observer une seule, soit dans une substance grise se formant, soit à son voisinage immédiat, quoiqu'elles fussent très abondantes dans la première rangée de cellules qui bordent le canal de l'épendyme. Je me

mis alors à la recherche des figures achromatiques; le résultat fut égale ment négatif; il y en avait un grand nombre dans les points où l'on observe les figures achromatiques, mais nulle autre part ailleurs.

» En présence de ces faits, j'ai été amené à penser qu'il n'y a que deux hypothèses admissibles pour expliquer la formation de cette substance, car il faut rejeter d'une manière absolue l'hypothèse qu'elle peut être formée par des éléments venant du mésoderme ou de l'ectoderme.

» La première, c'est que toutes les cellules de la moelle se forment surtout dans la première, quelques-unes dans la seconde rangée des cellules qui bordent immédiatement le canal de l'épendyme, puis qu'elles émigrent de là vers la périphérie pour former la substance grise, ou bien que seules les cellules de la première rangée prolifèrent et repoussent les cellules situées derrière elles et que celles-ci changent de forme à mesure qu'elles approchent de la périphérie.

» Mais cette hypothèse me paraît difficilement admissible; du reste, les cellules en voie de division sur les bords du canal de l'épendyme s'expliquent par le fait que ce canal s'agrandit considérablement pendant cette période, et cette augmentation ne peut se faire que parce que les cellules deviennent plus nombreuses.

» La seconde hypothèse et celle qui me paraît la plus probable est la suivante, c'est qu'il existe, pour les cellules formant la substance grise embryonnaire et les cellules qui l'avoisinent, un autre mode de division ou plutôt de reproduction que celui connu sous le nom de *division indirecte* ou de *karyokinèse*.

» Pour Koelliker [1] et Hensen [2], la substance grise embryonnaire, avant que les cellules nerveuses fassent leur apparition, est formée d'une double série de fibres très fines se croisant et contenant des noyaux (avec les cellules y attenantes, dit Koelliker avec un point d'interrogation). Renaut pense que, lorsque les vaisseaux ont pénétré dans les couches d'épithélium qui formaient la moelle à son début, on voit « autour des noyaux » se développer un protoplasma qui refoule à la périphérie le protoplasma » primitif, réduit à l'état d'exoplasme et comme desséché ». Pour cet auteur, cet exoplasme est analogue à celui qui constitue les points de Schultze et les longs filaments de Ranvier.

» Nos recherches nous conduisent à envisager autrement que ces au-

---

(1) Koelliker, *Traité d'Embryogénie*, p. 615; Paris, 1882.

(2) Hensen, *Entwickl. der Kaninschens und Meerschweinchens* (*Zeitsch. für Anat. und Entwickl.*, t. I, 1876).

teurs la structure de la substance grise embryonnaire; en effet, si nous étudions, sur un fœtus de lapin âgé de dix à quatorze jours ou d'un embryon de mammifère quelconque d'un âge correspondant, la substance grise de la moelle, après que celle-ci a été fixée par un mélange d'acide osmique et d'alcool, nous voyons que cette substance est formée par des cellules ayant un protoplasma émettant généralement plusieurs prolongements se dirigeant dans divers sens, mais suivant cependant deux directions principales : l'une d'elles est parallèle à la direction des fibres radiaires venant des cellules avoisinant le canal de l'épendyme, c'est-à-dire qu'elles ont une direction rayonnée, l'autre est dirigée de haut en bas, et les fibres qui la suivent forment, par leur réunion, la commissure antérieure. Ce sont les fibres qui suivent cette direction qui sont la cause de la démarcation nette qui existe entre les cellules épithéliales bordant le canal de l'épendyme et les cellules qui forment le rudiment de la substance grise.

» Les noyaux des cellules de la substance grise embryonnaire sont, au début, de deux sortes : les uns se colorent vivement par le carmin et l'hématoxyline, ils sont généralement petits et ne mesurent chez le mouton que $4^{\mu}$ à $5^{\mu}$; les autres plus gros, ayant $7^{\mu}$ à $8^{\mu}$, sont généralement sphériques, s'imbibent peu par les matières colorantes et renferment des granulations.

» Je ne pense pas, comme l'a dit Boll [1], que cette différence dans les noyaux indique que les cellules possédant des noyaux d'une variété deviendront des cellules nerveuses, les autres, des cellules de la névroglie, car plus tard tous les noyaux seront semblables; mais je crois que cette différence dans les noyaux indique plutôt que les cellules à gros noyaux sont des cellules en voie de division. Du reste, le protoplasma de toutes les cellules est exactement semblable : il est mou, émet des prolongements de sa substance et ne possède pas de contours nets, comme c'est le propre de presque toutes les cellules embryonnaires.

» Ces cellules étendent petit à petit leur domaine, jusqu'à ce qu'elles occupent les deux côtés de l'épendyme et le dépassent en haut et en bas. Ce sont elles qui se transformeront entre le deuxième et le cinquième mois de la vie utérine en cellules nerveuses et en cellules de la névroglie; mais, avant de subir cette transformation, la différence qui existe pendant la première période de leur évolution entre leurs noyaux disparaît.

» Je n'ai jamais vu aucune de ces cellules posséder l'exoplasme dont parle Renaut.

---

[1] Boll, *Die Histologie und Histogenese d. nervosen Central-Organ.* (*Arch. f. Psichatrie und Nervenkrankeit.* Bd. IV, 1874).

» Ce n'est que beaucoup plus tard que les cellules de cette substance, lorsqu'elles se seront transformées en cellules nerveuses et en cellules de la névroglie, présenteront des parties différenciées, et encore ces parties ne feront-elles leur apparition qu'à la fin de l'évolution de ces cellules [1]. »

VITICULTURE. — *Sur un insecte qui attaque le jeune raisin.* Note de M. G. PATRIGEON.

(Renvoi à l'examen de M. Blanchard.)

« Cet insecte, déterminé par M. A. Lesne, d'après quelques échantillons que j'avais adressés à la rédaction du *Journal d'Agriculture pratique*, serait un *Calocoris*, de l'ordre des Hémiptères, du genre *Phytocoris*.

» C'est une punaise noirâtre, longue de $7^{mm}$, large de $2^{mm}$ environ.

» Chez le mâle, les ailes dépassent l'abdomen de $1^{mm}$; le thorax est strié d'une petite tache longitudinale jaunâtre; les élytres sont marquées sur leur bord externe d'un liséré jaunâtre également; leur extrémité inférieure porte, en dehors, deux points jaune orangé.

» La femelle est un peu plus grosse que le mâle; chez elle, les élytres sont de $2^{mm}$ plus courtes que l'abdomen, qui est gros, proéminent, recourbé (actuellement surtout, moment de la ponte). Les taches sont assez sensiblement les mêmes que chez le mâle, avec cette différence toutefois que leur couleur est d'un jaune beaucoup plus pâle, tirant presque sur le blanc.

» Le mâle porte deux paires d'ailes de dimensions égales; la femelle porte également quatre ailes, mais les inférieures sont beaucoup plus petites que les supérieures. Le mâle vole très librement; la femelle, au contraire, ne vole pas (du moins pour le moment).

» Le mâle est pourvu d'un pénis, de deux pinces cornées, dont un bec se trouve en avant, l'autre en arrière. La vulve de la femelle ne m'a paru présenter rien de particulier. La femelle est sur le point d'accomplir sa ponte, si elle n'a déjà commencé. En écrasant avec soin l'abdomen, on fait sortir de leur oviducte un certain nombre d'œufs, ayant la forme d'un ovoïde très allongé, un peu recourbé aux extrémités de $\frac{1}{4}$ de millimètre de largeur et de $2^{mm}$ de longueur environ. Il sera intéressant de rechercher bientôt où la femelle dépose ses œufs.

[1] Ce travail a été fait au laboratoire d'Histologie du Collège de France.

» C'est au jeune raisin seulement que s'attaque le Calocoris : il pique et traverse, avec le suçoir dont il est muni, la paroi du grain qui constitue l'ovaire et les enveloppes florales. Les grains ainsi attaqués jaunissent ; s'ils sont en nombre quelque peu considérable sur le même raisin, on remarque que celui-ci cesse bientôt de s'allonger ; les grains attaqués se détachent au moindre contact ; puis le raisin lui-même se ratatine, se fane et tombe.

» Beaucoup de clos dans la commune de Chabris (Indre, côtes du Cher), principalement en terres fortes, sont envahies par cet insecte. Dans plusieurs, il s'est établi en colonnes tellement nombreuses qu'il a détruit, dès à présent, une grande partie de la récolte future. On peut estimer, en effet, qu'en certains points la perte sera des deux tiers ou des trois quarts.

» Cet insecte aurait été remarqué depuis quelques années déjà, mais en quantité bien moindre qu'aujourd'hui et sans qu'on se fût rendu parfaitement compte des dégâts qu'il est susceptible d'occasionner. Il s'est multiplié cette année considérablement et constitue aujourd'hui, dans ses principaux cantonnements, un fléau qu'il importera de combattre énergiquement à l'avenir.

» Du reste, à ma connaissance, aucune tentative efficace n'a encore été faite dans ce sens.

» Je joins à cette Note une petite caisse contenant des échantillons de sarments porteurs de jeunes raisins attaqués par le Calocoris à des degrés différents et des échantillons de l'insecte lui-même. »

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Notice sur *C.-J. Davaine*, par M. *A. Laboulbène* ;

2° Une Brochure de M. *Gaston Tissandier* portant pour titre : « Application de l'Électricité à la navigation aérienne. L'aérostat électrique à hélice de MM. Albert et Gaston Tissandier ».

M. **Maumené** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *Wurtz*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

ARITHMÉTIQUE. — *Sur une généralisation de la théorie des réduites.* Note de M. **Em. Barbier.**

« **1.** Le procédé pratique, qui conduit, par l'emploi du compas, à une plus grande commune mesure de deux lignes, tracées à la règle, a pu donner l'idée de l'opération du plus grand commun diviseur.

» L'Arithmétique y a gagné l'utile formation des réduites, et l'enseignement, la théorie des réduites où Lagrange s'est illustré d'abord.

» **2.** La recherche, au compas, de la commune mesure de plus de deux droites donne aussi quelque chose à l'Arithmétique. Pour montrer l'analogie de la formation des réduites ou systèmes de *deux* nombres — et de celle des systèmes de trois nombres n'ayant pas de commun diviseur, et exprimant les rapports approximatifs de trois grandeurs, — nous donnerons un exemple de la formation de *systèmes de deux entiers* à peu près proportionnels à deux grandeurs G et P auxquelles nous attribuons le rapport de $\pi$ à 1.

» **3.** Les quotients qui donnent les premières réduites de $\pi$ sont 3, 7, 15, 1, ...; en voici la formation systématique :

| $\frac{0}{1}$ | $\frac{1}{0}$ | $\frac{3,}{1}$ | $\frac{22}{7,}$ | $\frac{333,}{106}$ | $\frac{355}{113,}$ | $\frac{\quad}{\quad},$ | ... | $\frac{G}{P}=\frac{\pi}{1}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | G | P | G | P | G | P | | |
| 1 | 3, | | | | | | | |
| | 1 | 7, | | | | | | |
| | | (1) | (15,) | | | | | |
| | | | 1 | 1, | | | | |
| | | | | 1 | , | | | |

» On a

$$333 = (1)\text{ fois } 3 + (15,)\text{ fois } 22,$$

en même temps que

$$106 = (1)\text{ fois } 1 + (15,)\text{ fois } 7,$$

pour former la réduite $\frac{333}{106}$ à l'aide des deux précédentes. Cette formation par réduction s'applique à toute réduite.

» On sait que le *déterminant* des deux réduites, qui servent à former, *par*

*récurrence,* une réduite suivante, a pour valeur l'*unité* positive ou négative, car deux réduites consécutives $\frac{a}{b}$ et $\frac{a'}{b'}$ donnent $ab' - ba' = \pm 1$.

» La forme que j'ai donnée à cette proposition fait pressentir l'extension que je lui ai fait prendre quand il s'agit de plus de deux grandeurs.

» Il suffira, pour l'étendue d'une simple Note, de considérer trois grandeurs.

» 4. Supposons trois grandeurs respectivement proportionnelles aux nombres $\pi$, $e$ et 1, de sorte qu'on puisse écrire

$$\frac{G}{\pi} = \frac{M}{e} = \frac{P}{1}.$$

» On a, par division,

$$\begin{cases} G = 3P + r, \\ M = 2P + R, \end{cases}$$
$$\begin{cases} P = 7r + r', \\ R = 5r + R', \end{cases}$$
$$\begin{cases} r = 15r' + R'', \\ R' = 1r' + r'', \end{cases}$$
$$\begin{cases} r' = 6r'' + R''', \\ R'' = 6r'' + r''', \end{cases}$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots$$

» De là les systèmes de trois nombres

| 0 | 0 | 1 | 3, | 22 | 333 | 2130 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 2, | 19 | 288 | 1843 | |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 7 | 106 | 678 | |
| P | M | G | P | G | P | M | G |
| 1 | 2, | 3, | | | | | |
| | 5, | 1 | 7, | | | | |
| | 1, | | 1 | 15, | | | |
| | 1 | | | 6, | 6, | | |
| | | | | 1 | 2, | 79, | |

» Le déterminant des nombres qui servent à former 333, 288 et 106,

savoir :

$$\Delta\begin{vmatrix} 0 & 3 & 22 \\ 1 & 2 & 19 \\ 0 & 1 & 7 \end{vmatrix} = +1$$

ou l'*unité* positive.

» De même, le déterminant des nombres, qui serviront à obtenir trois nouveaux nombres 168958, 146192, 53781 à peu près proportionnels aux quantités $\pi$, $e$, 1, est un déterminant égal à $-1$ (ce qui exclut tout diviseur commun autre que 1 pour les nombres d'une même colonne).

» Ainsi,

$$\Delta\begin{vmatrix} 22 & 333 & 2130 \\ 19 & 288 & 1843 \\ 7 & 106 & 678 \end{vmatrix} = -1$$

ou l'*unité* négative.

» 5. On a, avec les nombres 2130, 1843, 678,

$$\pi = 0,001\,474\,926\ldots \times 2130,$$
$$e = 0,001\,474\,922\ldots \times 1843,$$
$$1 = 0,001\,474\,926\ldots \times 678,$$

ce qui détermine une *commune mesure approximative*, à moins de $\frac{1}{770000}$ de sa valeur.

» Des nombres moindres ne donneraient pas une aussi grande approximation relative à la commune mesure approchée qui leur correspondrait.

» L'étude de la commune mesure approximative de plus de deux grandeurs ne semble pas dénuée d'intérêt arithmétique. Je la poursuis. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la hauteur et sur la forme annulaire des montagnes de Vénus.* Note du P. **Lamey**, présentée par M. d'Abbadie.

« L'importante étude de MM. Bouquet de la Grye et Arago sur l'inégalité des contours de Vénus m'engage à présenter à l'Académie le résultat d'une série de dessins de cette planète que j'ai exécutés à Grignon depuis le commencement de l'année. La zone voisine du pôle sud possède une tache brillante, presque toujours visible et qui m'a souvent paru émerger en dehors du disque, lorsqu'elle était très voisine du bord occidental. Cette surélévation, figurée et mesurée sur sept dessins, varie de $0^{mm},45$ à $1^{mm},55$, le diamètre du disque étant de $42^{mm},60$ ; en *supposant* qu'elle soit

due à une même montagne, sa hauteur atteindrait la valeur énorme de $290^{km}$. M. Bouquet de la Grye a trouvé, en se basant sur les photographies de Puebla, une surélévation de $116^{km}$ pour cette même région. Malgré la grande différence des résultats, provenant évidemment de l'incertitude des données dont je me suis servi, il y a cependant une certaine concordance, tendant à confirmer quelque peu l'exactitude des $116^{km}$ si soigneusement calculés. D'ailleurs, une pareille élévation sur le contour de Vénus ne saurait, ce me semble, échapper à l'œil; reportée sur un disque de $42^{mm}$ de diamètre, elle formerait une proéminence de $0^{mm},39$, assurément très perceptible, mais cependant trop minime pour ne pas être facilement exagérée du double au triple dans un dessin fait au crayon. Cette exagération est d'autant plus admissible, que la dépression de la région avoisinante doit faire ressortir par contraste la hauteur de cette montagne.

» Cette hauteur n'a, du reste, rien d'incompatible avec la nature volcanique de la planète. D'après ce que nous en savons, à partir des observations de Cassini et de Derham, ses taches affectent une forme nettement circulaire; de plus, à la séparation d'ombre et de lumière, les dentelures produites par le sommet des montagnes présentent presque toujours des sinuosités variant du convexe au concave, « telles que nous en apercevons dans la nouvelle lune », dit Derham. Ces particularités, toujours constatées depuis, sont un indice assez probant de l'existence de vastes formations cratériformes, propres au relief montagneux de la planète; mais ce n'est là qu'un indice et sur lequel je n'avais jamais réfléchi avant de constater directement l'existence de ces formations. Il suffit, pour les voir, que l'œil évite de se fixer sur les parties obscures; en épiant les moments de grande netteté de l'image, on ne tarde pas à reconnaître la présence de zones circulaires, très nettement accusées, toujours brillantes vers le limbe occidental, assez obscures dans la région centrale et orientale. Ces zones sont toujours déchiquetées d'une façon caractéristique. L'aspect général rappelle assez la surface de certains madrépores fossiles. Mais une des parties les plus remarquables est certainement la tache australe dont je viens de parler; elle est entourée de circonvallations concentriques, très visibles le 28 mars et le 26 avril derniers et atteignant un très grand diamètre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un électrodynamomètre à mercure.* Note de M. G. **Lippmann**, présentée par M. Jamin.

« Une petite chambre parallélépipédique, remplie de mercure, est disposée au centre d'une bobine de fil de cuivre. Le courant électrique que

l'on veut mesurer parcourt successivement le fil de cette bobine et la lamelle de mercure; celle-ci communique d'ailleurs latéralement avec les deux branches d'un manomètre. Lorsque le courant électrique est établi, le manomètre dévie d'une manière permanente, en vertu de l'action électrodynamique exercée sur la lamelle de mercure par le reste du circuit.

» Cet instrument jouit des propriétés d'un électrodynamomètre ordinaire; il mesure le carré de l'intensité $i$ du courant, et il permet de mesurer des courants alternatifs; mais il possède, en outre, des propriétés qui peuvent rendre son usage avantageux dans certains cas. Toutes les pièces qui le constituent sont, comme on le voit, rigides et immobiles, à l'exception du mercure; ce mercure lui-même, dans les points où il subit la poussée électrodynamique, est dans une position invariable par rapport au reste du circuit. Il s'ensuit que la déviation du manomètre est rigoureusement proportionnelle au carré de $i$. En outre, grâce à la rigidité de ses parties, l'appareil, une fois construit, conserve une forme et par conséquent une sensibilité parfaitement constante. Une fois gradué dans un laboratoire, on peut s'en servir en tous lieux pour retrouver, sans nouvelles mesures, des intensités de courants déterminées : il équivaut à un étalon d'intensité.

» On peut d'ailleurs construire l'électrodynamomètre à mercure de manière à en faire un instrument de mesure absolu.

» En effet, la pression $p$ indiquée par le manomètre est reliée à l'intensité $i$ par la formule

$$p = \frac{C}{\varepsilon} i^2, \tag{1}$$

dans laquelle $\varepsilon$ représente l'épaisseur de la lame de mercure; C, l'intensité du champ magnétique produit au centre de la bobine par un courant d'intensité égale à 1, se déduit des dimensions de cette bobine. Une fois ces grandeurs connues, l'instrument se trouve gradué *a priori* par la formule (1) et il peut servir à graduer d'autres instruments par comparaison.

» Dans l'appareil que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, le quotient $\frac{C'}{\varepsilon}$ est égal à 650; par conséquent, un courant égal à 1 C.G.S, ou à 10 ampères, produit une pression de 650 dynes, ou d'environ $650^{mgr}$ par centimètre carré [1]. »

---

[1] La constante C va en croissant indéfiniment avec le nombre de tours du fil de cuivre. Dans le quotient $\frac{H}{\varepsilon}$, qui donne la sensibilité du galvanomètre à mercure, le numérateur H

PHYSIQUE. — *Etude sur l'état sphéroïdal.* Mémoire de M. **J. Luvini.**
(Extrait.)

« L'eau, sous la pression de $1^{mm}$ de mercure, bout à 18° ou 20° au-dessous de zéro; en conséquence, la température de l'eau sphéroïdale sous cette pression est inférieure à — 18°. On conçoit alors de combien doit descendre la température des liquides très volatils à l'état sphéroïdal sous des pressions très petites; j'ai calculé que, dans l'expérience de Despretz ([1]), la température du protoxyde d'azote sphéroïdal, à $20^{mm}$ de pression, devait être inférieure à — 200°. D'après ce que l'on vient de voir, il est facile de comprendre que l'eau, par exemple, sous la pression de $1^{mm}$ à $2^{mm}$, doit se congeler par elle-même. C'est de cette manière que s'est gelé le protoxyde d'azote dans l'expérience de Despretz, et que se congélerait tout liquide sous une pression égale ou inférieure à la tension de sa vapeur à la température de sa congélation.

» J'ai placé une capsule de platine, chauffée dans l'eau bouillante, dans la cavité d'une brique à très haute température, et j'ai versé dans la capsule $12^{cc}$ à $15^{cc}$ d'éther. L'eau, renfermée dans une bulle ou dans un tube de verre, se place dans l'éther. On couvre le tout avec le récipient de la machine pneumatique, et l'on fait le vide. Dans cette expérience, que j'ai faite avec une vieille machine, je n'avais pas une raréfaction supérieure à $100^{mm}$ ou $120^{mm}$. Malgré cela, l'eau se congèle en une minute environ. On laisse pénétrer l'air, on ôte le récipient, et l'on trouve la glace dans le verre. Avec une raréfaction de $6^{mm}$ à $7^{mm}$, on obtiendrait la congélation de l'eau dans l'alcool.

---

a au contraire une limite supérieure correspondant à la saturation du métal des aimants; il en résulte que le dénominateur $\varepsilon$ a à son tour une limite supérieure, si l'on veut que la sensibilité ait une valeur déterminée. C'est pour cette raison que j'ai pris $\varepsilon$ égal à $\frac{1}{10}$ de millimètre; c'est pour la même raison que l'instrument décrit par M. J. Carpentier, comme un essai de galvanomètre à mercure, n'aurait jamais pu fonctionner en cette qualité, la valeur de $\varepsilon$ s'y trouvant par hasard vingt fois trop grande. L'auteur ne dit point à quelles intensités de courant considérables il a dû avoir recours pour obtenir les déviations qu'il indique.

J'ajouterai que l'essai de M. Carpentier n'a pas été publié et que je n'en avais jamais entendu parler.

([1]) *Note sur le protoxyde d'azote liquide et sur l'alcool,* par M. C. Despretz; 1849. (*Comptes rendus*, t. XXVIII, 143.)

» En opérant de même une raréfaction de $8^{mm}$ à $10^{mm}$, on peut faire congeler le mercure dans l'éther. »

THERMOCHIMIE — *Sur les glyoxalbisulfites de potasse et de baryte.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« *Glyoxalbisulfite de potasse.* — Ce composé n'a pas été préparé par Debus; il s'obtient comme le sel de soude correspondant, et cristallise en prismes brillants contenant $2^{éq}$ d'eau.

*Analyse.*

| | Trouvé pour 100. | Calculé pour $C^4H^2O^4 2(KO, S^2O^4), 2HO$. |
|---|---|---|
| KO ........................ | 31,42 | 31,86 |
| $SO^2$ ........................ | 42,92 | 42,25 |

» Sa chaleur de dissolution à $+17°$ (1 partie de sel dans 40 parties d'eau) est de $-13^{Cal},40$.

» Les trois méthodes que j'ai indiquées pour déterminer la chaleur de formation du glyoxalbisulfite de soude ([1]) ayant fourni des résultats concordants, j'ai seulement appliqué la première au sel de potasse, parce qu'elle est d'un emploi plus commode et plus sûr, la combinaison cristallisée pouvant être obtenue très pure, et la réaction étant instantanée, ce qui dispense des corrections.

» J'ai ajouté à un équivalent de glyoxalbisulfite de potasse dissous ($1^{éq} = 298^{gr},2 = 14^{lit}$) $4^{éq}$ de potasse ($1^{éq} = 2^{lit}$).

» Les nombres obtenus sont $+34^{Cal},08$ et $+34^{Cal},06$; moyenne $+34^{Cal},07$ pour $1^{éq}$ à $+17°$.

» Cette valeur est égale à la somme suivante :

| | Cal |
|---|---|
| $C^4H^2O^4, 2(KO, S^2O^4), 2HO$ diss. $=$ $C^4H^2O^4$ diss. $+ 2(KO, S^2O^4)$ diss. .... | $-x$ |
| 2KO diss. $+ 2(KO, S^2O^4)$ diss. $= 4(KO, SO^2)$ diss. $= +15,9+4-16,6\times 2$ ([2]) | $+30,4$ |
| 2KO diss. $+ C^4H^2O^4$ diss. $= C^4H^3KO^6$ diss. $+$ KO diss .............. | $+18,74$ ([3]) |
| ($C^4H^3KO^6$ diss. $+$ KO diss.) $+ 4(KO, SO^2)$ diss. .................... | $+0,11$ ([4]) |

d'où

$$x = +14^{cal},96.$$

([1]) *Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 824.

([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, [6], t. I, p. 75.

([3]) Ce nombre est calculé d'après les données que j'ai déterminées précédemment.

([4]) Valeur mesurée directement dans les mêmes conditions de température et de concentration.

» On trouve encore, pour la combinaison solide (¹),

$$C^4H^2O^4 \text{ sol.} + 4SO^2 \text{ gaz} + 2KO \text{ sol.} + 2HO \text{ sol.}$$
$$= C^4H^2O^4, 2(KO, S^2O^4), 2HO \text{ sol} \ldots\ldots\ldots \quad +142^{Cal},81$$
$$\text{ou, à partir de } 2HO \text{ liquide} \ldots\ldots\ldots \quad +144^{Cal},24$$

et pour la combinaison dissoute

$$+129^{Cal},41 \quad \text{et} \quad +130^{Cal},84.$$

» On déduit encore des nombres précédents

$$C^4H^2O^4 \text{ solide} + 2(KO, S^2O^4) \text{ solide} + 2HO \text{ solide}$$
$$= C^4H^2O^4, 2(KO, S^2O^4), 2HO \text{ solide} \ldots\ldots\ldots \quad +14^{Cal},28$$

pour le corps solide, et pour le corps dissous $+0^{Cal},88$; à partir de l'eau liquide, $+15^{Cal},71$ et $+2^{Cal},31$.

» On voit que la chaleur de formation du sel de potasse est constamment plus grande, à l'état solide, que celle du sel de soude. Je me propose de rechercher si ce fait est général pour tous les aldéhydes; il y aurait lieu d'en tenir compte pour leur recherche qualitative.

» *Glyoxalbisulfite de baryte.* — Cette combinaison a été décrite et analysée par Debus. J'y ai seulement dosé la baryte.

| | Trouvé pour 100. | Calculé pour $C^4H^2O^4, 2(BaO, S^2O^4), 7HO$. |
|---|---|---|
| BaO.............. | 37,98 | » |
| | 38,11 | 38,06 |

» Ce composé est beaucoup moins soluble que les sels de potasse et de soude correspondants. Sa chaleur de dissolution dans 200 parties d'eau à $+16°$ a été trouvée de $-8^{Cal},68$ pour $1^{éq}$.

» Pour en mesurer la chaleur de formation, j'ai dû déterminer préalablement la chaleur de neutralisation de l'acide sulfureux par la baryte, en employant des dissolutions très étendues, dont la concentration fût comparable à celle des liqueurs obtenues avec le glyoxalbisulfite de baryte.

» J'ai obtenu à $+17°$ :

$$S^2O^4 (1^{éq} = 32^{gr} = 8^{lit}) + 2BaO (1^{éq} = 76^{gr},5 = 20^{lit}) \ldots\ldots \quad +17^{Cal},32 \times 2.$$
$$S^2O^4 (1^{éq} = 32^{gr} = 8^{lit}) + BaO (1^{éq} = 76^{gr},5 = 20^{lit}) \ldots\ldots \quad +17^{Cal},56$$

(¹) Pour le calcul, voir *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 824.

» Ces données étant acquises, j'ai ajouté $4^{éq}$ de baryte étendue à une dissolution contenant $1^{éq}$ de glyoxalbisulfite.

» J'ai obtenu $+ 42^{Cal},22$ et $+ 41^{Cal},91$, moyenne $+ 42^{Cal},06$.

» Par un calcul tout à fait analogue à celui que j'ai exposé pour les sels précédents, on trouve

$$- x + 34,16 + 18,59 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 42^{Cal},06$$

d'où

$$C^4H^2O^4 \text{ diss.} + 2(BaO, S^2O^4) = C^4H^2O^4, 2(BaO, S^2O^4), 7HO \text{ diss.} \ldots \quad x + 10^{Cal},69$$

» On en déduit encore

$$C^4H^2O^4 \text{ sol.} + 4SO^2 \text{ gaz} + 2BaO \text{ sol.} + 7HO \text{ sol.}$$
$$= C^4H^2O^4, 2(BaO, S^2O^4), 7HO \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 92^{Cal},72$$

et pour le corps dissous $+ 84^{Cal},04$, ou à partir de l'eau liquide $+ 97^{Cal},72$ et $+ 89^{Cal},04$.

» Le calcul de la chaleur de formation à partir de $2(BaO, S^2O^4)$ sol. n'est pas possible, le bisulfite de baryte n'étant pas connu.

» Ces nombres permettent d'expliquer la formation de cette combinaison par l'action du chlorure de baryum sur le glyoxalbisulfite de soude dissous. En effet, le mélange

$$C^4H^2O^4 \text{ diss.} + 2BaO \text{ diss.} + 4SO^2 \text{ diss.} + 2NaO \text{ diss.} + 2HCl \text{ diss.}$$
$$\text{dégage } + 10^{Cal},69 + 17^{Cal},56 + 13^{Cal},7 \times 2 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 73^{Cal},21$$

pour former le sel de baryte et 2NaCl, tous deux dissous; tandis qu'il dégagerait

$$+ 11^{Cal},03 + 16^{Cal},65 \times 2 + 13^{Cal},85 \times 2 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 73^{Cal},21$$

pour former le sel de soude et 2BaCl dissous, soit un excès de $+ 1^{Cal},18$ en faveur de la première réaction. En outre, le sel de baryte étant peu soluble se précipite, ce qui dégage $+ 8^{Cal},68$, soit en tout $+ 9^{Cal},66$ par équivalent de glyoxal.

» On peut aussi comprendre la précipitation du glyoxalbisulfite de baryte dissous par l'acide sulfurique.

» En effet, cet acide forme $2^{éq}$ de sulfate de baryte, ce qui donne $+ 18^{Cal},4 \times 2$, et l'acide sulfureux devenu libre s'unit au glyoxal pour former l'acide glyoxaldisulfureux, en dégageant $+ 11^{Cal},24$; soit en tout $+ 48^{Cal},04$. Or la décomposition du glyoxalbisulfite de baryte absorbe seulement $17,56 \times 2 + 10,69 = 45^{Cal},81$; soit un excès de $+ 2^{Cal},23$, qui détermine le sens du phénomène. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur des sels ferriques colloïdaux.* Note de M. E. GRIMAUX, présentée par M. Friedel.

« *Tartrate ferricopotassique.* — Graham a déjà considéré comme substances colloïdales le tartrate de fer ammoniacal et le citrate de fer ammoniacal. Le tartrate ferricopotassique appartient aussi à cette classe de corps. Soumis à la dialyse, il ne passe à travers les membranes qu'avec une extrême lenteur. Ses solutions, abandonnées à elles-mêmes, se décomposent peu à peu; une solution à 20 pour 100 est transformée, au bout d'un mois, en une gelée fluide encore soluble dans l'eau; une solution plus étendue, à 10 pour 100, donne un précipité insoluble de tartrate basique.

» La potasse, à froid, ne précipite pas le tartrate ferricopotassique; mais, si l'on ajoute un excès de potasse et que l'on chauffe, le tout se prend en une masse gélatineuse.

» Le sel marin et le chlorhydrate d'ammoniaque précipitent, à froid, les solutions de tartrate ferricopotassique; le précipité se dissout à chaud pour reparaître par le refroidissement. La coagulation a lieu aussi à chaud après l'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, de manière à maintenir la liqueur fortement alcaline; une plus grande quantité d'acide amène la coagulation à froid. L'acide carbonique donne un précipité ocreux qui ne ressemble pas aux précédents et présente l'aspect de l'hydrate ferrique.

» Le ferrocyanure de potassium colore en violet la solution; l'addition d'un acide quelconque, même de l'acide tartrique, détermine immédiatement la formation du bleu de Prusse.

» *Arséniate ferrique.* — Quand on ajoute peu à peu une solution de perchlorure de fer à une solution d'arséniate de soude, on obtient d'abord un précipité blanc, gélatineux, soluble dans l'ammoniaque, qui constitue l'arséniate ferrique $(AsO^4H)^3Fe^2$; puis, par l'addition de nouvelles quantités de perchlorure, le précipité se dissout peu à peu en donnant une liqueur limpide faiblement colorée en jaune. On constate, en employant des liqueurs titrées, qu'il faut environ $1^{mol}$ de perchlorure de fer pour $2^{mol}$ d'arséniate de soude. Il est nécessaire d'attendre près d'une demi-heure après l'addition du perchlorure de fer, la dissolution ne se faisant pas immédiatement.

» Cette solution se prend par la chaleur en une gelée épaisse, opaque,

blanc jaunâtre, qui, délayée dans l'eau et jetée sur un filtre, constitue l'arséniate ferrique basique $(AsO^4)^2Fe^2$, insoluble dans l'ammoniaque, tandis que la liqueur filtrée renferme de l'acide chlorhydrique, sans trace de fer, si l'on a employé la quantité de perchlorure juste nécessaire pour obtenir la solution.

» Le premier précipité qui se forme dans l'action du perchlorure de fer sur l'arséniate de soude étant l'arséniate $(AsO^4H)^3Fe^2$, et le coagulum étant l'arséniate ferrique $(AsO^4)^2Fe^2$, il me semble que l'action du perchlorure ferrique peut se représenter de la façon suivante :

$$2[(AsO^4H)^3Fe^2] + Fe^2Cl^6 = 3[(AsO^4H)^2Fe^2Cl^2].$$

» Le corps soluble serait alors un chloro-arséniate ferrique $(AsO^4H)^2Fe^2Cl^2$ qui, par l'action de l'eau et de la chaleur, se dédoublerait en arséniate ferrique $(AsO^4)^2Fe^2$ et en acide chlorhydrique $2HCl$.

» Dans la préparation de cette solution, il faut éviter l'emploi d'un excès de perchlorure de fer, qui empêche la coagulation par la chaleur. Avec une quantité un peu supérieure à celle qui est nécessaire pour donner la solution coagulable, on a un liquide qui a encore la propriété de se coaguler, mais le coagulum fait à chaud disparaît par le refroidissement, la solution redevenant limpide après quelques heures. En employant exactement une molécule de chlorure ferrique pour deux molécules d'arséniate de soude, le coagulum est persistant.

» Si l'on soumet une solution coagulable à la dialyse, au bout de quelques jours elle a perdu le chlorure de sodium, et la gelée, au lieu d'être opaque, est absolument transparente et d'un jaune clair; si l'on prolonge la dialyse, le corps soluble est décomposé peu à peu par l'eau et se coagule dans le dialyseur en formant une gelée ferme, transparente, jaune rougeâtre en masse.

» Le chlorure de sodium coagule à froid les solutions du chloro-arséniate ferrique; la coagulation a lieu immédiatement avec un excès de sel marin, et seulement au bout de quelques instants, quand il est en faible quantité. Les alcalis décomposent cette solution; le précipité couleur de rouille est insoluble dans un excès de réactif.

» *Arsénite ferrique.* — L'arsénite de potasse donne d'abord avec le chlorure ferrique un précipité jaune clair, soluble dans l'ammoniaque, et qui constitue probablement l'arsénite ferrique $(AsO^3H)^3Fe^2$ non encore décrit; puis ce précipité se redissout dans le perchlorure de fer, et sa solution fournit par l'action de la chaleur une gelée épaisse, insoluble dans

l'ammoniaque. Cette solution est peu stable et se coagule spontanément.

» Elle présente en outre un autre caractère que n'offre pas l'acide arsénique; additionnée de potasse, elle fournit un précipité qui se redissout dans un excès d'alcali : la liqueur brune purifiée par dialyse est encore fortement alcaline, elle renferme un arsénite ferrico-potassique colloïdal. Elle ne se trouble pas quand on la chauffe; mais, par l'addition de potasse, elle se prend à chaud en une gelée brune, épaisse, absolument comme le tartrate ferrico-potassique; comme lui, elle est précipitée à froid par le chlorure de sodium en solution saturée.

» L'acide arsénieux se rapproche donc de l'acide tartrique par la façon dont il se comporte avec les sels ferriques; il empêche leur précipitation par la potasse.

» Le *borax*, additionné de perchlorure de fer, donne un précipité qui se redissout par une nouvelle quantité de chlorure ferrique; la solution, couleur rouille, se coagule par la chaleur, elle est précipitée par la potasse, et le précipité ne disparaît pas par un excès d'alcali; l'acide borique agit donc comme l'acide arsénique et non comme l'acide arsénieux. Il est indispensable de ne pas ajouter trop de perchlorure de fer à la solution de borax : la liqueur serait alors incoagulable par la chaleur.

» Le *phosphate de soude* réagit comme l'arséniate, mais ses solutions sont moins facilement coagulables : il faut, comme avec le borax, ajouter juste la quantité de perchlorure de fer nécessaire pour la dissolution, sinon le liquide ne se coagule pas par la chaleur.

» La *silice soluble* en solution à 2,26 pour 100, obtenue par la saponification du silicate de méthyle, donne, avec le perchlorure de fer et un excès de potasse, une liqueur limpide, mais très peu stable, et qui, après quelques minutes, se trouble et se décompose.

» On voit que le nombre des dérivés ferriques donnant des solutions colloïdales, coagulables par la chaleur, est très grand, et l'on pourrait sans peine en étendre la liste. La raison me paraît devoir en être cherchée dans le caractère polyatomique du ferricum $Fe^2$ et de l'hydrate normal peu stable $Fe^2(OH)^6$, qui perd facilement de l'eau en donnant des polymères. Je ferai connaître prochainement la théorie qui me semble devoir être donnée de la coagulation des substances colloïdales, soit que la dilution favorise, soit qu'elle retarde le phénomène de la coagulation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les xylènes.* Note de M. A. Colson, présentée par M. Friedel.

« La facilité avec laquelle on obtient aujourd'hui les trois xylènes isomères m'a engagé à reprendre l'étude comparative des alcools dérivés de ces carbures. J'ai l'espérance de trouver entre ces corps de constitution si voisine des relations physiques analogues à celles que j'ai déjà signalées pour le mésitylène, et de faire disparaître les contradictions qui existent dans les Mémoires parus en Allemagne sur ce sujet. Les recherches de MM. Radziszewski et Wispeck [1], en particulier, sont loin de s'accorder avec les résultats que, dès l'année 1882, j'avais obtenu accessoirement dans des recherches inédites sur le xylène brut; je décrirai d'abord les alcools diatomiques dérivés de ces carbures, en rappelant que l'un d'eux, le glycol tollylénique ou paraxylénique, a été découvert et complètement étudié par M. Grimaux.

*Glycol orthoxylénique ou phtalique* $C^8H^{10}O^2 = C^6H^4\left\{\begin{matrix}CH^2OH\\CH^2OH\end{matrix}\right.$. — A la suite de son remarquable travail sur le phtalide, M. Hessert a obtenu par hydrogénation du chlorure de phtalyle un corps analogue impur, fusible de 56° à 62°, qu'il a appelé *alcool phtalique* [2]; j'ai obtenu ce glycol à l'état de pureté suffisante par la saponification du bibromure orthoxylénique.

» On chauffe au réfrigérant ascendant ce composé avec vingt ou trente fois son poids d'eau contenant en dissolution la quantité de carbonate de potasse théoriquement nécessaire à la neutralisation de l'acide bromhydrique formé pendant l'ébullition. Le carbonate est toujours transformé en bromure de potassium à moins de 1 pour 100 près : ce qui contrôle la composition du bromure oxylénique employé. Lorsque ce composé a disparu, on filtre et l'on évapore à siccité dans le vide; le résidu, repris par l'éther, abandonne, par évaporation du dissolvant, des cristaux en tables rhomboïdales : c'est le glycol phtalique ou glycol orthoxylénique, ainsi que l'indiquent l'analyse [3] et l'étude de ses propriétés.

---

(1) *Berichte*, p. 1743, 1882.

(2) *Berichte*, t. XII, p. 646.

(3)

| | | | Pour 100. | Théorie pour 100. |
|---|---|---|---|---|
| Matière......... | 0,270 | H..... | 7,25 | 7,24 |
| | | C..... | 69,00 | 69,57 |

» Après purification par l'éther, il fond de 64°,2 à 64°,8 : la présence de traces d'eau abaisse ce point; la fusion est lente, et le glycol reste quelque temps en surfusion. A 16° il est soluble dans cinq fois son poids d'éther, et facilement dans six fois son poids d'eau; plus soluble dans l'alcool.

» A 75°, sa densité liquide est 1,141, sa saveur est amère.

» Lorsqu'on le fait bouillir avec des solutions concentrées d'acide chlorhydrique ou bromhydrique, il laisse déposer par refroidissement des cristaux de bichlorure ou de bibromure correspondant : c'est une propriété commune aux glycols de cette série.

» ÉTHERS. — *Bibromure orthoxylénique* $C^8H^8Br^2 = C^6H^4 \left\{ \begin{array}{l} CH^2Br \\ CH^2Br \end{array} \right.$. — Ce corps sert à la préparation des autres composés orthoxyléniques. Il s'obtient en faisant tomber goutte à goutte du brome dans l'orthoxylène chauffé à 140°-190°. Après refroidissement, on filtre à la trompe la masse solide et transparente ainsi formée, on lave à l'éther sur le filtre et l'on obtient un corps fusible à 92°,5. Ce corps, purifié par cristallisation dans l'alcool, fond à 94°,6. Ce point de fusion diffère notablement du point 143° indiqué par MM. Radziszewski et Wispeck; il est d'ailleurs plus en rapport avec le point trouvé, antérieurement à mes recherches, par MM. Baeyer et Perkin, qui avaient obtenu accessoirement ce corps dans leur étude sur l'indonaphtène [1] et donné 93° comme point de fusion.

» Le dosage du brome indique un bibromure, la saponification en fixe le caractère alcoolique. Il correspond à l'acide phtalique, car, oxydé par le permanganate de potasse en solution aqueuse, il fournit un acide fusible à 179° et qui se sublime en aiguilles fusibles à 129° : ce qui est bien le caractère de l'acide phtalique.

» Le bibromure orthoxylénique est plus soluble à chaud qu'à froid dans l'éther, l'alcool et les pétroles légers. A l'état brut, il pique fortement les yeux, mais non lorsqu'il est purifié. L'alcool le saponifie partiellement. Cette curieuse propriété constitue un point remarquable de l'histoire des alcools polyatomiques aromatiques, sur lequel je reviendrai et, par elle, l'erreur de MM. Radziszewski et Wispeck pourrait s'expliquer. Leur orthoxylène, évidemment mélangé de paraxylène, leur a fourni un mélange de deux bromures : celui qui dérive du paraxylène, se formant d'ailleurs plus facilement et étant plus stable que les autres, a seul résisté aux opérations que nécessite la purification des corps bruts.

---

[1] *Berichte*, t. XVII, p. 122.

» *Bichlorure orthoxylénique* $C^8H^8Cl^2 = C^6H^4 \left\{ \begin{matrix} CH^2Cl \\ CH^2Cl \end{matrix} \right.$. — Lorsqu'on chauffe le glycol avec vingt ou vingt-cinq fois son poids d'acide chlorhydrique concentré, il se dépose par refroidissement en cristaux très solubles dans l'éther et les pétroles légers, facilement sublimables, fusibles à 54°,8 après purification; leur densité à 20° est 1,33. Par l'action de l'acide chlorhydrique gazeux sur son glycol phtalique, M. Hessert a obtenu ce composé, mais impur, car il l'a décrit comme un liquide non distillable et incristallisable.

» M. Rayman a décrit comme chlorure d'orthoxylène un corps fusible à 103°. Or ce point de fusion correspond à celui du chlorure de paraxylène : la cause de l'erreur de M. Rayman est probablement identique à celle que j'ai signalée à propos du bibromure décrit par MM. Radziszewski et Wispeck [1] (RAYMAN, *Soc. chim.*, t. XXVI, p. 532). »

CHIMIE AGRICOLE. — *Les salpêtres naturels du Chili et du Pérou au point de vue du rubidium, du cœsium, du lithium et de l'acide borique. Conséquences relatives aux terrains à betteraves du nord de la France.* Note de M. **DIEULAFAIT**, présentée par M. Berthelot.

« M. Grandeau a fait connaître, en 1863 (*Annales de Chimie*, t. LXVII), le fait de la richesse en rubidium des salins de betteraves du nord de la France; il a, en outre, constaté l'absence du cœsium et de la lithine. J'ai étudié 14 salins que j'avais préparés, moi-même, avec des betteraves provenant de la basse Normandie, betteraves venues dans des terrains qui n'avaient jamais reçu aucune matière saline étrangère. Ces 14 salins ne m'ont donné ni cœsium ni rubidium, en me plaçant dans les conditions indiquées par M. Grandeau; par contre, le spectre du lithium est souvent apparu d'une manière intense. Il en a été de même pour les betteraves du Pérou, d'après M. Paz Salden.

» Les recherches précédentes remontent à six années. Dans ces derniers temps, M. l'ingénieur Jullien, de Marseille, qui a longuement étudié sur place les gisements salifères du Chili et du Pérou, m'a remis $10^{lit}$ d'eau mère provenant du raffinage du salpêtre du Chili; il insistait sur ce point que, depuis de longues années, les agriculteurs du Nord employant de

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

grandes quantités d'azotate de soude naturel dans la culture de la betterave, le rubidium de ces terrains pouvait avoir été apporté par l'azotate de soude. Cette idée avait contre elle deux faits bien connus : MM. Kirchhoff et Bunsen n'avaient pas trouvé trace de rubidium ni de cœsium dans les salpêtres du Chili : plus tard, M. Grandeau, opérant sur les eaux mères provenant du traitement méthodique de $30^{kg}$ de ces mêmes salpêtres, était arrivé également à un résultat négatif.

» En opposition avec les prévisions, un simple essai des eaux mères de M. Jullien m'a immédiatement montré qu'elles étaient relativement riches en rubidium, extrêmement pauvres en lithine, et peut-être privées de cœsium.

» *Rubidium.* — Il n'est pas nécessaire de faire subir à ces eaux un traitement préalable; il suffit d'en prendre $25^{cc}$, d'y verser un peu de bichlorure de platine, de séparer par décantation le petit précipité produit, de le laver deux fois avec un peu d'eau distillée froide et de le porter *tel quel* dans le brûleur de l'appareil spectral : on voit alors les lignes $\alpha$ et $\beta$ caractéristiques du rubidium.

» *Cœsium.* — Le traitement de $100^{cc}$ d'eaux mères ne m'a pas fourni trace du spectre du cœsium; ce qui ne veut pas dire que le cœsium manque complètement dans ces eaux. Je reviendrai sur ce point.

» *Lithium.* — Ces eaux mères sont très pauvres en lithine; *à volume égal,* elles en renferment beaucoup moins que l'eau de la Durance qui nous arrive par le canal de Marseille.

» Le salpêtre du Chili subit un premier raffinage sur les lieux et, en arrivant en Europe, il a déjà laissé une première eau mère. En Europe, ce salpêtre subit, pour certains emplois, un second raffinage et laisse une seconde eau mère : c'est cette dernière qui m'a servi. La première doit être plus riche en rubidium que la seconde; il y aurait un réel intérêt à l'examiner.

» Le fait que les salpêtres du Chili ne sont exportés qu'après avoir subi un premier raffinage explique leur très faible teneur en lithine : celle-ci, qui existe en quantité notable dans les salpêtres bruts (*Catalogue des minéraux du Pérou*, par M. Raimondi), reste dans les premières eaux mères.

» Il ressort de ce qui précède que les terrains qui reçoivent annuellement de fortes proportions de nitrates de soude du Chili et du Pérou reçoivent en même temps des proportions sensibles de sels de rubidium. Tout le rubidium des terrains à betteraves du nord de la France a-t-il été ap-

porté d'Amérique? Il y aura lieu d'étudier comparativement les sols et les produits des sols qui reçoivent depuis longtemps des salpêtres du Chili, et ceux qui n'en ont jamais reçu. Je réunis les éléments de cette étude.

» *Acide borique.* — Les eaux mères examinées sont tellement riches en acide borique qu'il se reconnaît avec $\frac{1}{10}$ de goutte par la méthode de l'hydrogène, et une demi-goutte est plus que suffisante pour faire apparaître d'une façon nette le spectre caractéristique de l'acide borique.

» Ce dernier résultat s'ajoute à ceux que j'ai déjà fait connaître pour montrer que l'acide borique est en général associé à des substances salines qui montrent la plus grande analogie avec celles qu'abandonnent les eaux marines en s'évaporant, ce qui conduit à cette conclusion que l'acide borique n'a rien d'éruptif dans son origine.

» Au point de vue des terrains à betteraves du nord de la France, il sera intéressant de rechercher si les salins provenant du traitement des betteraves à sucre contiennent des quantités sensibles d'acide borique.

» En attendant que j'aie pu me procurer les éléments indispensables à la solution des questions formulées plus haut, les faits suivants restent acquis :

» 1° Les nitrates de soude du Pérou et du Chili, même tels qu'ils arrivent en Europe après un premier raffinage, contiennent encore des quantités sensibles de rubidium, des traces seulement de lithium, peu ou point de cœsium et des proportions tout à fait exceptionnelles d'acide borique.

» 2° Le rubidium des terrains à betteraves du nord de la France provient, au moins pour une portion, du nitrate de soude naturel du Chili employé depuis longtemps comme engrais dans ces terrains.

» 3° D'après les recherches de M. Grandeau, les salins provenant des betteraves du nord de la France renferment des quantités très sensibles de rubidium et pas de lithium ni de cœsium; il y a donc à ce point de vue une analogie complète entre les salins de betteraves et les salpêtres du Chili; reste à chercher, pour compléter l'identité, si les salins de betteraves renferment de l'acide borique.

» 4° Ce n'est pas par une espèce de pouvoir électif que les betteraves du nord de la France n'absorbent pas de lithine, c'est parce que les engrais qu'on leur donne n'en contiennent pas.

» 5° La loi d'association du rubidium et du cœsium avec le lithium formulée par MM. Kirchhoff et Bunsen, et que l'on croyait infirmée par l'absence de la lithine dans les betteraves du nord de la France, riches en

rubidium, reçoit au contraire, des faits qui viennent d'être résumés, une confirmation aussi complète qu'inattendue. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Répartition des matières salines dans les divers produits des moutures.* Note de M. **Balland.**

« L'idée de remplacer, dans les moulins, les meules ordinaires par des cylindres paraît remonter à 1821, mais ce n'est que depuis 1874 que ce mode de mouture a pris une très grande extension en Hongrie. Depuis l'Exposition de Paris de 1878, il tend à s'implanter en France.

» Le blé, convenablement nettoyé, est soumis à l'action successive de cylindres cannelés en fonte, puis de cylindres lisses en acier ou en porcelaine. Après chaque passage, la mouture est dirigée dans des bluteries qui en séparent la farine, et les produits restant dans les bluteries sont soumis à l'action énergique des sasseurs, qui les nettoient, puis ramenés aux cylindres pour un nouveau passage.

» Les cylindres cannelés servent à broyer le blé; cette opération se fait en cinq à sept temps : il y a par suite cinq à sept broyages distincts; ces broyages donnent la farine sur blé ou de premier jet.

» Les cylindres lisses sont destinés à transformer les gruaux en farine : l'opération nécessite au moins cinq passages.

» On retire du blé nettoyé environ 74 pour 100 de farine : les cylindres cannelés produisent 16 à 18 pour 100, et les cylindres lisses 56 à 58 pour 100. Des 74 de farine totale, on obtient 68 en première marque et 6 de farine seconde.

» En France, les farines premières représentent généralement un mélange des deuxième, troisième, quatrième et cinquième broyages avec les quatre premiers passages des gruaux.

» En Autriche, on sépare le plus souvent les divers passages : il y a par suite autant de variétés de farine que de passages distincts.

» Les farines secondes comprennent les passages inférieurs et le premier broyage : ce broyage donne un produit noirâtre connu sous le nom de *farine noire* ou de *farine bleue;* on peut l'évaluer à 1 pour 100.

» Les issues constituent les rebulets (crons), les petits sons et les gros sons; elles renferment encore des gruaux avec presque tous les germes du blé.

» Dans la mouture par meules, le rendement en farine est à peu près le même, mais la proportion de farine sur blé varie suivant que l'on emploie

la mouture basse ou la mouture haute. Ainsi, dans la mouture basse où les meules sont très rapprochées, on obtient d'un seul coup une forte proportion de farine sur blé et très peu de farine de gruaux. Dans la mouture haute, au contraire, on obtient, comme avec les cylindres, beaucoup de farine de gruaux et moins de farine de premier jet : les grains ne sont pas écrasés d'un seul coup; ils subissent au moins deux passages successifs à travers les meules, de plus en plus rapprochées.

» Dans le premier procédé, les gruaux reçoivent deux à trois coups de meule, et dans le second, trois à quatre.

» Les issues laissées par les meules retiennent encore des gruaux, mais elles ne renferment plus de germes, comme les issues des cylindres.

» Je me suis proposé de rechercher quelle était la répartition des matières salines dans les divers produits des moutures.

» Le dosage des cendres a été pratiqué sur $2^{gr}$ de matière. L'incinération a été progressive et a duré de une heure à une heure et demie. Les pesées ont été faites au demi-milligramme. Les échantillons ont été prélevés dans les usines de la maison Cornaille, de Cambrai, par les soins de M. Alfred Cornaille, ancien élève de l'École Centrale.

» Les cendres sont constituées en grande partie par des phosphates et paraissent avoir une composition analogue. Dans mes essais comparatifs, je n'ai trouvé de différences appréciables que pour les cendres de la farine du premier broyage des cylindres; elles renferment de l'alumine, moins de phosphates et beaucoup plus de silice (22 pour 100 au lieu de 1,3). Ce fait doit être attribué aux parties terreuses localisées dans le sillon longitudinal du grain de blé : le nettoyage est impuissant contre ces impuretés.

» Des analyses on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1. Les matières salines sont réparties différemment dans les divers produits des moutures.

» Dans la mouture par cylindres, comme dans la mouture par meules, les farines retirées des gruaux contiennent moins de cendres que les farines sur blé. Dans la mouture par cylindres, les farines sont plus pauvres en cendres que dans la mouture par meules; les issues, au contraire, sont plus riches.

» 2. Plus le taux du blutage d'une farine diminue, plus la proportion des matières salines augmente.

» 3. Les perfectionnements réalisés dans la meunerie pendant ces dernières années ont eu pour résultat de déplacer les matières salines et de

modifier sensiblement les chiffres donnés par les Ouvrages classiques : les farines ont perdu et les issues ont gagné.

» Les farines premières des cylindres donnent généralement 0,30 à 0,50 pour 100 de cendres; les farines premières de meules 0,50 à 0,75; les farines tendres des manutentions militaires blutées à 20 pour 100, 0,60 à 0,90, et les farines dures blutées à 12 pour 100, 1,10 à 1,30.

» 4. La composition de ces cendres paraît identique; elle peut être modifiée dans certains cas par les poussières terreuses accumulées dans le sillon du grain de blé. »

ZOOLOGIE. — *Sur le venin des Hyménoptères et ses organes sécréteurs.* Note de M. G. CARLET, présentée par M. Paul Bert.

« On a cru, jusqu'à présent, que les organes sécréteurs du venin, chez les Hyménoptères, formaient un seul système glandulaire s'ouvrant dans un réservoir vésiculeux d'où le venin est expulsé dans la plaie produite par l'aiguillon.

» Les recherches que je viens de faire me permettent d'affirmer que l'appareil vénénifique des Hyménoptères est toujours constitué par *deux* systèmes glandulaires distincts, l'un à sécrétion fortement acide et l'autre à sécrétion faiblement alcaline.

» Le premier système est connu depuis longtemps déjà et, d'après les chimistes, produit de l'acide formique; le second sécrète, au contraire, un liquide alcalin et est constitué par un gros tube glandulaire terminé en cul-de-sac (1). Ces deux systèmes viennent déboucher à la base de l'aiguillon et le liquide qui résulte du mélange de leurs sécrétions, c'est-à-dire le venin lui-même, est toujours acide.

(1) C'est cette glande que Léon Dufour (*Rech. sur les Orthopt., Hyménopt.*, etc.) rattache aux organes génitaux et décrit tantôt sous le nom de *glande sébifique*, tantôt sous celui de *glande sérifique*, suivant qu'il la « suppose destinée à préparer une humeur sébacée propre à enduire les œufs d'une sorte de vernis au moment de la ponte, ou bien à sécréter une humeur soyeuse dont les femelles enveloppent plus ou moins leurs œufs ». Je me suis assuré que la glande en question ne dépend pas de l'appareil génital; d'ailleurs, elle est bien développée chez l'Abeille ouvrière, où cet appareil est complètement atrophié et où ni l'un ni l'autre des usages imaginés par Léon Dufour n'aurait de raison d'être. Du reste, ce naturaliste émet ensuite des « doutes » et exprime ses « incertitudes » relativement aux fonctions de cet organe.

» D'après les expériences qu'il avait faites sur le venin de la Xylocope, M. P. Bert avait été amené à conclure que ce venin est acide, doit son acidité à un acide fixe et paraît contenir, en outre, une base organique. Les résultats que je viens de faire connaître confirment cette conclusion et la généralisent.

» J'ai entrepris, à mon tour, des expériences sur le venin de différents Hyménoptères (Xylocopes, Chalicodomes, Abeilles, Bourdons, Guêpes, Frelons, Polistes) et, après l'avoir essayé sur divers animaux (Lapins, Grenouilles, Hannetons, Cétoines) peu sensibles à son action, j'ai expérimenté sur la Mouche domestique et sur la Mouche à viande, qui présentent à cette action une extrême sensibilité.

» Voici les résultats que j'ai constamment obtenus :

» *a.* La piqûre d'une Mouche par un Hyménoptère venimeux amène la mort immédiate de la Mouche, qui tombe comme foudroyée.

» *b.* L'inoculation, sur une Mouche, du produit de l'une quelconque des deux glandes de l'appareil venimeux d'un Hyménoptère, n'amène pas la mort de la Mouche ou ne l'amène que longtemps après l'inoculation, bien que cette opération ait nécessité une mutilation plus considérable que celle qui résulte de la piqûre par le dard.

» *c.* L'inoculation successive, sur une même Mouche, du produit de la *glande acide* et de celui de la *glande alcaline* (c'est ainsi que j'appellerai les deux glandes de l'appareil venimeux) amène la mort très peu de temps après la seconde inoculation, et l'on peut inférer que la vie cesse au moment du mélange des deux liquides à l'intérieur du corps de l'insecte en expérience.

» En résumé :

» 1° Le venin des Hyménoptères est toujours acide;

» 2° Il est constitué par le mélange de deux liquides, l'un fortement acide, l'autre faiblement alcalin, et n'agit que par la présence de ces deux liquides;

» 3° Ceux-ci sont produits par deux glandes spéciales qu'on pourrait appeler la *glande acide* et la *glande alcaline ;*

» 4° Ces deux glandes viennent, l'une et l'autre, déverser leurs produits à la base du gorgeret ou gaine de l'aiguillon. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau type de tissu élastique, observé chez la larve de l'*Eristalis. Note de M. **H. Viallanes**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Il est peu de naturalistes qui n'aient eu occasion d'observer les singuliers mouvements du tube respirateur qui termine le corps des larves d'*Eristalis*. Ce tube, constitué, ainsi qu'un télescope, par des cylindres emboîtés les uns dans les autres, peut, au gré de l'animal, se raccourcir ou s'allonger extrêmement pour aller chercher l'air à la surface de l'eau. L'allongement du tube respirateur s'effectue grâce aux contractions du corps, qui y refoulent le liquide cavitaire. Son raccourcissement est produit par des muscles spéciaux et par des bandes élastiques logées dans son intérieur.

» C'est sur la structure de ces dernières parties, qui, à ma connaissance du moins, n'ont point été étudiées, que je désire appeler aujourd'hui l'attention. Chacune de ces bandes élastiques est une cellule unique, mais construite de manière à jouer le rôle d'un fil de caoutchouc. Un de ces éléments, examiné à l'état de demi-rétraction et dans le sang même de l'animal, offre les caractères suivants : son corps cellulaire est fusiforme; l'une de ses extrémités s'attache aux téguments voisins, l'autre s'étire en un long prolongement qui va se fixer également à la face interne du tube respirateur. La cellule et son prolongement sont revêtus par une membrane assez épaisse, mais très élastique. Au centre du corps cellulaire nous remarquons un très gros noyau sphérique; celui-ci est entouré par un protoplasma abondant qui remplit toute la cellule, ainsi que le prolongement de celle-ci. Il convient de noter qu'autour du noyau le protoplasma est opaque et fortement granuleux, tandis qu'ailleurs il est transparent.

» Dans l'intérieur de l'élément que nous venons de décrire, se trouve développée une longue fibre élastique, exactement semblable comme propriétés physiques aux fibres élastiques qui s'observent dans le ligament cervical d'un mammifère, par exemple. Elle se présente, en effet, sous l'aspect d'un fil réfringent parfaitement cylindrique, rectiligne quand il est tendu, recroquevillé et pelotonné quand on l'abandonne à lui-même; de plus, on remarque qu'il est inattaquable par l'acide acétique et par la potasse.

» Dans la cellule que nous avons décrite plus haut, la fibre élastique est pelotonnée sur elle-même un grand nombre de fois, autour du noyau, dans

la partie granuleuse du protoplasma, et s'étend en droite ligne dans le prolongement de la cellule, à l'extrémité duquel elle se termine. La fibre élastique se fixe par l'un de ses bouts à l'extrémité terminale du prolongement; par l'autre, elle se fusionne et s'attache au protoplasma de la cellude, à l'aide d'une sorte d'épatement rameux.

» Quand on exerce une traction sur le prolongement de la cellule, celui-ci s'étire entièrement, en même temps la partie pelotonnée de la fibre se déroule; le laisse-t-on revenir sur lui-même, il se raccourcit en même temps que la fibre se repelotonne dans le corps cellulaire.

» Les faits que je viens d'énoncer me paraissent intéressants à divers titres; tout d'abord, ils prouvent une fois de plus à quel degré de complexité peut atteindre une simple cellule; en second lieu, ils me paraissent jeter un jour nouveau sur la morphologie du tissu élastique, puisqu'ils nous montrent que dans ce tissu la partie agissante, la fibre élastique, peut être développée tantôt dans la substance intercellulaire (Vertébrés), tantôt dans le protoplasma même des cellules, ainsi que je viens de le décrire pour l'Éristale.

» Je ferai remarquer que le tissu musculaire strié présente des variations analogues, puisque nous voyons ses parties actives, les fibrilles, tantôt appartenir en propre au protoplasma de cellules distinctes (fibres striées du cœur), tantôt se développer aux dépens de la substance fondamentale indivise qui sépare les cellules musculogènes (muscles alaires des Insectes).

» Ainsi il semble que ce soit une même tendance qui préside au perfectionnement du tissu élastique, comme à celui du tissu musculaire, puisque dans l'un et l'autre cas nous voyons, à mesure que le perfectionnement se produit, les parties mécaniquement agissantes (fibres élastiques, fibrilles striées) abandonner le protoplasma des cellules auquel elles appartenaient primitivement pour aller se développer dans la cellule intercellulaire et devenir ainsi la propriété indivise d'éléments cellulaires voisins. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur le développement du tube digestif des Limaciens.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Robin.

« Ainsi que je le rappelais dans une précédente Communication, il se forme sur la masse vitelline des Limaciens une invagination qui est l'ébauche première du vestibule pharyngien. Plus tard, quand la calotte palléale s'est dessinée, une autre invagination, qui correspond à l'orifice

anal, devient visible au-dessous du bord postérieur de cette calotte, *sur la ligne médiane*, entre les deux pavillons externes des organes segmentaires.

» Le fond de l'invagination pharyngienne se continue avec une cavité dont les parois sont formées par la condensation des courbes profondes du mésoderme, tapissées à l'intérieur par l'endoderme, cavité d'où procéderont le tube digestif et ses annexes glandulaires et qui a des rapports de contiguïté d'abord, de continuité ensuite, avec l'invagination anale. A cette période, le tube digestif se présente sous la forme d'un sac dont la paroi supérieure ou dorsale se dilate, en changeant de structure, en un diverticulum sphérique dont le volume va s'accroître considérablement, de manière à figurer un petit ballon au-dessous duquel serait suspendu le corps du jeune Limacien.

» La partie inférieure du bec ainsi compris entre l'invagination pharyngienne et la dépression anale deviendra le tube digestif proprement dit et plus spécialement l'estomac.

» Le diverticulum sphérique qui la surmonte constituera la glande improprement désignée sous le nom de *foie*.

» L'évolution ultérieure du canal digestif est très simple. La partie postérieure du sac dont il vient d'être question, d'abord rectiligne et excessivement courte, s'allonge en un tube qui se courbe et se replie sur lui-même, pour suivre en quelque sorte l'orifice anal dans son déplacement d'arrière en avant et de gauche à droite. Cette partie tubulaire repliée, qui est l'intestin, demeure d'abord au-dessous de la calotte palléale qui la recouvre. Mais, plus tard, continuant à s'accroître, elle pénètre et s'étend dans la partie postérieure du sac somatique et là, dans certaines espèces, elle forme même une anse rectale (*Limax maximus*) ou un cæcum (*Limax variegatus*) adhérents à la voûte somatique, dont l'existence paraît avoir échappé à l'attention des anatomistes.

» Un intérêt particulier s'attache à l'histoire des processus évolutifs de la grande cavité sphérique, en forme de ballon, qui formera la glande dite hépatique. Cette glande me semble avoir, comme l'intestin, une origine mésodermique et endodermique. La charpente dérive du mésoderme; le tissu sécréteur, de l'endoderme. A l'origine, cette charpente est constituée par de grandes alvéoles prismatiques, dont la longueur, suivant le rayon de la sphère, varie selon les espèces.

» Le sac hépatique est rempli par une matière fluide, finement granuleuse, que la chaleur, l'alcool, l'acide nitrique, etc., coagulent sans en détruire la translucidité. C'est une sorte de vitellus nutritif secondaire, dont

la quantité augmente rapidement pendant la première période du développement embryonnaire et qui remplit également le sac digestif. Il provient probablement de l'élaboration nutritive de l'albumen de l'œuf et me paraît pouvoir être assimilé, jusqu'à un certain point, à une matière vitelline, puisque l'embryon la digérera peu à peu comme l'oiseau digère sa provision de vitellus nutritif.

» La paroi interne des alvéoles du sac hépatique est le siège d'un bourgeonnement cellulaire. Les cellules ainsi formées prennent graduellement les caractères des éléments sécrétants du foie, de sorte que, en définitive, de chaque alvéole dérive un lobe de l'organe hépatique.

» En même temps, un étranglement se produit entre le sac hépatique et le sac stomacal, de manière à réduire bientôt l'orifice de communication aux proportions qu'il offre chez l'adulte. De plus, chez les Limaces, il se constitue une glande hépatique annexe, avec un conduit excréteur spécial.

» A mesure que le foie s'organise et se complète dans sa structure, il se glisse entre les circonvolutions du tube digestif et semble, comme elles, refoulé dans la cavité somatique. La gibbosité prépalléale disparaît ainsi peu à peu, et la calotte palléale se rabat sur elle, comme le couvercle d'une boîte à charnière.

» Les glandes salivaires apparaissent assez tard comme un diverticulum en doigt de gant de la cavité pharyngienne, dont les processus évolutifs ultérieurs ne présentent rien de spécial.

» La glande pédieuse peut être rattachée au tube digestif, en ce sens qu'elle procède d'une invagination antéro-postérieure du bord antérieur du plancher du vestibule oral.

» Deux remarques pour terminer :

» C'est à tort qu'on nomme *foie* la glande principale du tube alimentaire. Ce n'est, à vrai dire, qu'un diverticulum anfractueux de la portion *stomacale* profonde de ce tube. Cette glande (et l'expérimentation physiologique le confirme) cumule les fonctions des diverses glandes annexes du tube digestif des animaux supérieurs : il serait donc plus légitime de la nommer *glande chylifique*.

» En outre, les processus évolutifs de cette glande peuvent rendre compte de toutes les formes sous lesquelles elle se présente chez les Gastéropodes. Ainsi, pour nous borner à un exemple, un des types les plus anormaux, celui que nous offrent les Eolidiens, s'explique en admettant que chacune des alvéoles primitives du sac chylifique s'isole, acquière de grandes

dimensions, soulève le tégument somatique et s'en revête, formant de la sorte les appendices de forme variée qui distinguent ces Gastéropodes. »

GÉOLOGIE. — *Note sur une Carte géologique de la France à l'échelle du* $\frac{1}{500000}$; *dressée par MM.* G. VASSEUR *et* L. CAREZ, présentée par M. Hébert.

« Depuis la publication de la Carte géologique générale de la France, par Dufrénoy et Élie de Beaumont, en 1842, aucun travail n'a été exécuté à dessein de montrer, dans son ensemble, la constitution géologique de notre sol. Cependant les progrès considérables réalisés en stratigraphie, depuis quarante-deux ans et la publication de nombreuses cartes géologiques détaillées permettent d'apporter aujourd'hui à l'œuvre si remarquable de Dufrénoy et Élie de Beaumont des modifications très importantes.

» Dans la pensée de combler cette regrettable lacune et pour répondre en même temps au vœu exprimé en 1881 par le Congrès géologique international de Bologne, nous avons donc entrepris l'exécution d'une nouvelle Carte géologique à l'échelle du $\frac{1}{500000}$, sur la belle carte topographique dressée par M. le commandant Prudent et publiée par le Dépôt des fortifications. Ce sont les épreuves des deux premières feuilles de ce travail que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

» La Carte entière se composera de quarante-huit feuilles dont plusieurs sont à l'impression; elle sera terminée dans les premiers mois de l'année 1885.

» La région exécutée par M. Vasseur comprendra le bassin de Paris, le centre et l'ouest de la France; M. Carez s'occupe spécialement du nord, de l'est et du midi de la France, et de la partie des pays étrangers renfermée dans le cadre de la carte.

» Les divisions géologiques adoptées et figurées par des teintes différentes sont au nombre de 48. Ces teintes se groupent aisément sous les yeux de façon à représenter les ensembles naturels des sédiments.

» La gamme des couleurs est d'ailleurs conforme aux décisions du Congrès de Bologne.

» Les régions comprises dans les deux feuilles terminées sont les massifs cristallophylliens, primaires et éruptifs, de la Forêt-Noire et des Vosges, séparés par la vallée du Rhin et entourés par une large bande triasique.

» Les terrains jurassiques et crétacés offrent un beau développement dans la partie orientale du bassin de Paris. Les terrains tertiaires se mon-

trent en lambeaux isolés, sous les alluvions du Rhin et dans les environs de Baden.

» La Carte géologique de la France au $\frac{1}{500000}$ sera accompagnée d'un texte explicatif indiquant le détail des terrains représentés sur chaque feuille, ainsi que les documents qui auront servi à l'exécution de ce travail. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Les pluies et les dernières éruptions volcaniques.* Note de M. GUY.

« Les pluies ont été, cette année, plus persistantes que de coutume. A Perpignan, elles ont été extraordinaires. Faudrait-il voir une relation entre ce fait et les dernières éruptions volcaniques? On attribue généralement à ces éruptions les belles colorations crépusculaires de l'automne et de l'hiver derniers; doit-on leur attribuer aussi les pluies extraordinaires du printemps? Je serais porté à le croire.

» Il est reconnu que la présence dans l'atmosphère de particules solides facilite la condensation de la vapeur. Ce serait conforme à la doctrine soutenue, avec preuves expérimentales à l'appui, par M. Aitken dans un savant Mémoire (*Sur les poussières, les brouillards et les nuages*), inséré dans le Tome de 1880-1881 des *Transactions* de la Société royale d'Édimbourg. Il conclut en ces termes :

« Dans un air saturé de vapeur, mais pur de toute poussière, il ne se forme ni nuage, ni brouillard. Chaque fois que la vapeur d'eau se condense dans l'atmosphère, c'est grâce à la présence de ces particules solides, dont chacune devient, pour ainsi dire, un centre de condensation ou le noyau d'un petit cristal de glace. »

» Très souvent l'observation directe a montré l'existence de ces poussières dans les gouttes de pluie, et c'est ce qui est arrivé dans toutes les parties du monde depuis les colorations crépusculaires de 1883-1884. Les poussières recueillies ont une composition qui indique ordinairement une origine volcanique.

» On a montré que d'autres éruptions volcaniques avaient été suivies de rougeurs dans le ciel; il me semble qu'on peut montrer aussi qu'elles ont été suivies de pluies abondantes. Les éruptions dont on a parlé sont celles du Skaptar-Joekull, en Islande, au commencement de mai 1783; d'un volcan nouveau et disparu depuis dans la mer de Sicile aux premiers jours de juillet 1831; du Cotopaxi, en Amérique, en 1856; du Vésuve, en 1862. Ces éruptions furent suivies de colorations; j'ajoute qu'elles furent

suivies de pluies dépassant la moyenne. Voici, en millimètres, les hauteurs mensuelles de pluie recueillie sur la terrasse de l'Observatoire de Paris; la seconde ligne est la moyenne mensuelle de vingt à trente ans :

| | Mai. | Juin. | Juillet. | Août. | Sept. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1783 ....... | 62 | 86 | 43 | 75 | 51 |
| Moyennes.... | 47 | 49 | 86 | 47 | 42 |

| | Oct. | Nov. | Déc. | Janv. 1832. |
|---|---|---|---|---|
| 1831 ....... | 52 | 76 | 36 | 35 |
| Moyennes.... | 41 | 47 | 34 | 34 |

| | Avril. | Mai. | Juin. | Juillet. | Août. | Sept. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1856 ....... | 51 | 117 | 49 | 54 | 54 | 60 |
| Moyennes.... | 37 | 53 | 54 | 55 | 45 | 48 |

| | Août. | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1862 ....... | 52 | 51 | 73 | 17 | 42 |
| Moyennes.... | 45 | 48 | 51 | 36 | 35 » |

M. Cabanellas adresse une Note portant pour titre : « Sur l'utilisation spécifique maximum du cuivre des machines dynamo-électriques ».

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et quart. J. J.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 9 juin 1884.

*Ministère de gouvernement. Bureau de Statistique générale. Annuaire statistique de la province de Buenos-Ayres (République argentine)*, publiée sous la direction *du Dr* Émile R. Coni ; 2e année, 1882, édition en français. Buenos-Ayres, imp. *La Republica*, 1883; gr. in-8°.

*Agronomie, Chimie agricole et Physiologie; par* M. Boussingault; 2e édit. t. VII. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°.

*Paléo-ethnologie. De l'antiquité de l'homme dans les Alpes-Maritimes; par* E. Rivière. Paris, J.-B. Baillière, 1878-1883; 1 vol. in-4°, avec planches. (Présenté par M. A. Gaudry pour le Concours Vaillant.

*Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. Personnel;* avril 1884. Paris, Dunod, 1884; 2 vol. in-8°.

*Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris;* t. XIX, 2e série, année 1882. Paris, Asselin, 1883; gr. in-8° relié.

*Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'administration sanitaire, publié par ordre de M. le Ministre du Commerce;* 13e année, 1883, 4e fascicule, 4e trimestre. Paris, Imp. nationale, 1884; in-8°.

*Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales;* 1882, vol. XVI. Sydney, Thomas Richard, 1883; in-8°.

*The Proceedings of the Linnean Society of New South Wales;* vol. VIII, october 1883-february 1884. Sydney, 1883-1884; 2 vol. in-8°.

*Memoirs of life and work by* Charles J.-B. Williams. London, Smith, Elder et C°, 1884; in-8° relié.

*The indian empire. Census of* 1881. *Statistics of population;* vol. II. Calcutta, 1883; in-f° relié.

*Report on the census, of British India taken on the 17th february* 1881; vol. I, III. London, printed by Eyre and Spottiswoode, 1883; 2 vol. in-f° reliés.

*Transactions de la Société royale des Arts et des Sciences de Maurice;* nouvelle série, vol. XI, XII, XIII, XIV. Maurice, 1883-1884; 4 vol in-8°.

*Memoirs of the geological Survey of India. Palaeontologia indica;* sér. X, vol. II, part 4, 6; vol. III, part 1; sér. XII, vol. IV, part 1; sér. XIII, fasc. 1, 2; sér. XIV, vol. I, part 4. Calcutta, 1882-1884; 7 vol. in-4°.

*Memoirs of the geological survey of India;* vol. XIX, part 2, 4; vol. XX, part 1, 2. Calcutta, 1882-1883; 4 liv. in-8°.

*Records of the geological survey of India;* vol. XV, part 4; vol. XVI, part 1, 2, 3. Calcutta, 1882-1883; 4 liv. in-8°.

*Astronomical papers prepared for the use of the* American ephemeris *and* Nautical Almanac; vol. II, part 1, 2; vol. I, part 1. Washington, Bureau of navigation, Navy Department, 1883-1884; 3 vol. in-4°.

*Pubblicazioni del real osservatorio di Palermo, anni* 1882-1883. Prof. G. Cacciatore, Direttore. Palermo, tipogr. M. Amenta, 1883; in-4°.

### Ouvrages reçus dans la séance du 16 juin 1884.

*Ministère des Travaux publics. Documents relatifs à la Mission dirigée au sud de l'Algérie par le lieutenant-colonel Flatters. Journal de route. Rapports des*

*membres de la Mission. Correspondance.* Paris, Imp. nationale, 1884; gr. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

*Ministère des Travaux publics. Ponts et Chaussées. Direction des routes et de la navigation. Manuel hydrologique du bassin de la Seine; par* M. A. DE PRÉAUDEAU, sous la direction de M. CH. LEFÉBURE DE FOURCY et de M. G. LEMOINE. Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°. (Présenté par M. Lalanne.)

*Traité élémentaire de Mécanique céleste; par* M. H. RESAL; 2e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-4°.

*Explorations et Missions de Doudart de Lagrée, capitaine de frégate. Extraits de ses manuscrits, mis en ordre par* M. A.-B. DE VILLEMEREUIL. Paris, au secrétariat de la Société d'Ethnographie, 1883; in-4° (Présenté par M. Jurien de la Gravière.)

*Paléontologie française ou description des fossiles de la France;* 2e série : *Végétaux. Terrain jurassique;* liv. 33. Paris, G. Masson, 1884; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

*Douze Tables pour le calcul des réductions stellaires; par* F. FOLIE. Bruxelles, F. Hayez, 1883; in-4°.

*Bulletin de la Société mathématique de France,* t. I à XI. Paris, au siège de la Société, 1873-1883; 11 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux).

*Sur le développement de l'expression* $(1 - 2\alpha z + \alpha^2)^{-K}$; *par* M. R. RADAU. Sans lieu ni date; in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

*Recherches sur la théorie des réfractions astronomiques; par* M. R. RADAU. Sans lieu ni date; in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

*Tables de l'intégrale* $\psi(Z) = e^{z^2}\int_z^\infty e^{-t^2}dt$; *par* M. R. RADAU. Sans lieu ni date; in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

---

## *ERRATA.*

(Séance du 16 juin 1884.)

Page 1475, ligne 10, *au lieu de* 0m,2, *lisez* 0m,02.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JUIN 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur l'hygrométrie;* par M. J. Jamin.

« M. Mascart publie, tous les ans, dans les *Annales du Bureau météorologique de France*, les observations effectuées dans près de cent stations réparties sur la surface entière du pays, et il en est de même dans tous les États européens. Ce sont des documents très précieux qui recèlent toutes les conditions de la Météorologie et où chacun peut puiser. J'en ai déjà extrait la pression de la couche d'air comprise entre la base et le sommet du puy de Dôme; j'en vais tirer aujourd'hui une remarque générale relative à l'hygrométrie.

» Quand on parcourt le Tableau intitulé *Humidité relative*, on est étonné de le voir si uniforme. Les moyennes sont à peu près les mêmes dans tous les mois et à toutes les stations. Ainsi l'on trouve à Clermont-Ferrand, à midi, dans l'année 1880 :

| Février. | Juin. | Août. | Septembre. | Octobre. |
|---|---|---|---|---|
| 593 | 599 | 570 | 569 | 622 |

» Il est clair cependant qu'il y a de grandes différences dans les conditions hygrométriques des mois de février et d'août, et que, si elles ne sont point accusées par le Tableau, c'est probablement parce que le système adopté pour réduire les observations est vicieux.

» Ce système consiste, en effet, à exprimer le rapport $\frac{f}{F}$ de la force élastique observée $f$ à la force maxima F, que la vapeur aurait à la même température si l'air était saturé : c'est ce qu'on nomme l'*humidité relative*. Or, pour un air donné, de composition constante, le quotient $\frac{f}{F}$ varie: 1° avec la proportion de vapeur; 2° avec l'altitude et la pression barométrique, puisque $f$ est proportionnelle à cette pression; 3° avec, et surtout avec la température qui change la valeur de F : c'est donc une fonction de trois variables indépendantes; c'est surtout une fonction de $t$, et l'on ne peut espérer qu'elle mette en évidence les variations de la quantité de vapeur. Il faudrait, pour les connaître, éliminer les influences perturbatrices de la pression, de l'altitude et de la température ; mais cela est facile à faire.

» Quand ils font l'analyse de l'air, les chimistes déterminent les proportions d'oxygène, d'azote et d'acide carbonique; pour la compléter, il serait logique d'y ajouter la proportion de vapeur d'eau. Puisque cette vapeur est un gaz soumis aux mêmes lois de compression et de dilatation que les autres gaz, il n'y a aucune raison de la mesurer autrement.

» Soient $f$ la tension de vapeur, H la pression totale de l'atmosphère, $H - f$ celle de l'air sec ; on a

Poids de vapeur.......... $P = \frac{v(1^{gr},293)(0,622)f}{(1+ar)760}$,

Poids d'air sec........... $P' = \frac{v(1^{gr},293)(H-f)}{(1+at)760}$.

$$\frac{P}{P'} = 0,622\,\frac{f}{H-f}.$$

» $\frac{P}{P'}$ est donc le rapport du poids de la vapeur à celui de l'air sec; il est indépendant de la pression et de la température, puisque $f$ et $H - f$ suivent des lois communes; il ne varie qu'avec la proportion de vapeur elle-même et il la mesure; il exprime la *richesse hygrométrique* en poids, et $\frac{f}{H-f}$ la mesure en volume.

» Il faut remarquer que les observations ne donnent pas directement le rapport habituellement conservé $\frac{f}{F}$. En effet, l'hygromètre à condensa-

tion mesure $f$, qui est fonction de la pression et conséquemment de l'altitude; le psychromètre détermine $\frac{F'-f}{H}$; il faut faire un calcul pour passer de la mesure observée, que l'on oublie ensuite, à la fonction $\frac{f}{F}$, la seule que l'on conserve; mais c'est en introduisant le dividende F que l'on introduit précisément dans les Tableaux les perturbations provenant de la température, qui masquent l'influence de la vapeur et compliquent le résultat. Il ne serait pas plus difficile de calculer $\frac{f}{H-f}$ et de le garder que de calculer et de garder $\frac{f}{F}$; ce serait remplacer une fonction complexe dont on ne peut rien tirer par la mesure précise en poids ou en volume de la composition hygrométrique de l'air.

» Je propose donc de supprimer dans les Tableaux météorologiques *l'humidité relative* $\frac{f}{F}$ et de la remplacer par la *richesse hygrométrique* $\frac{f}{H-f}$. Pour justifier cette substitution, il me suffira d'en montrer l'effet par un exemple. Je choisis les mesures faites par M. Alluard, à Clermont-Ferrand, en 1880, et publiées dans les *Annales météorologiques*. On n'y voit pas de différences bien sensibles entre les divers mois; les nombres décroissent du matin à $3^h$, ce qui prouve l'influence de la température, ainsi que l'a montré M. Angot. Rien n'y indique les changements de l'humidité.

*Clermont. — Humidité relative.*

| | $6^h$. | $9^h$. | $12^h$. | $3^h$. | $6^h$. | $9^h$. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier | 85,3 | 89,6 | 79,5 | 79,5 | 89,6 | 90,3 |
| Février | 80,4 | 71,6 | 59,2 | 54,7 | 74,3 | 77,7 |
| Mars | 83,9 | 59,8 | 68,3 | 39,0 | 52,6 | 69,5 |
| Avril | 81,9 | 71,6 | 63,7 | 61,5 | 71,5 | 76,6 |
| Mai | 75,9 | 58,7 | 49,3 | 49,3 | 54,7 | 70,8 |
| Juin | 82,5 | 64,4 | 58,9 | 58,1 | 65,2 | 81,2 |
| Juillet | 79,8 | 60,1 | 48,0 | 47,4 | 57,5 | 79,3 |
| Août | 86,9 | 66,2 | 57,0 | 57,9 | 71,6 | 83,8 |
| Septembre | 88,6 | 67,9 | 56,9 | 55,1 | 73,3 | 83,4 |
| Octobre | 84,9 | 74,2 | 62,9 | 62,2 | 78,7 | 85,5 |
| Novembre | 88,2 | 80,8 | 70,4 | 73,0 | 82,6 | 85,4 |
| Décembre | 81,7 | 77,2 | 70,8 | 69,7 | 79,1 | 82,6 |

» Voici maintenant le même Tableau modifié où l'on a remplacé $\frac{f}{F}$

par $\frac{f}{H-f}$. Pour éviter les décimales, les résultats ont été multipliés par 100 000.

| | | 6h. | 9h. | 12h. | 3h. | 6h. | 9h. | $\frac{F}{H-F}$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier. | Plaine....... | 410 | 444 | 526 | 560 | 500 | 459 | 380 |
| | Sommet...... | 473 | 395 | 439 | 458 | 437 | 446 | 514 |
| Février. | Plaine....... | 606 | 660 | 727 | 715 | 727 | 696 | 646 |
| | Sommet...... | 609 | 607 | 671 | 657 | 626 | 626 | 617 |
| Mars. | Plaine....... | 635 | 776 | 862 | 749 | 795 | 814 | 666 |
| | Sommet...... | 663 | 676 | 715 | 733 | 712 | 688 | 779 |
| Avril. | Plaine....... | 842 | 932 | 946 | 945 | 967 | 898 | 876 |
| | Sommet...... | 740 | 756 | 791 | 807 | 775 | 535 | 687 |
| Mai. | Plaine....... | 981 | 1019 | 1001 | 1012 | 979 | 969 | 917 |
| | Sommet...... | 831 | 868 | 877 | 883 | 868 | 830 | 823 |
| Juin. | Plaine....... | 1249 | 1268 | 1291 | 1270 | 1278 | 1497 | 1106 |
| | Sommet...... | 973 | 1036 | 1099 | 1130 | 1094 | 1023 | 944 |
| Juillet. | Plaine....... | 1534 | 1607 | 1566 | 1567 | 1668 | 1599 | 1377 |
| | Sommet...... | 1240 | 1304 | 1384 | 1427 | 1402 | 1380 | 1354 |
| Août. | Plaine....... | 1482 | 1588 | 1581 | 1611 | 1808 | 1663 | 1318 |
| | Sommet...... | 1267 | 1348 | 1383 | 1428 | 1426 | 1452 | 1250 |
| Septembre. | Plaine....... | 1269 | 1472 | 1460 | 1435 | 1499 | 1418 | 1137 |
| | Sommet...... | 1129 | 1173 | 1128 | 1264 | 1275 | 1263 | 1125 |
| Octobre. | Plaine....... | 1092 | 1109 | 1108 | 1125 | 1139 | 1115 | 946 |
| | Sommet...... | 900 | 896 | 945 | 981 | 985 | 810 | 926 |
| Novembre. | Plaine....... | 674 | 719 | 770 | 783 | 727 | 714 | 649 |
| | Sommet...... | 627 | 618 | 650 | 650 | 639 | 630 | 599 |
| Décembre. | Plaine....... | 644 | 715 | 832 | 930 | 812 | 816 | 765 |
| | Sommet...... | 658 | 669 | 702 | 724 | 699 | 663 | 665 |

» On voit immédiatement par ce dernier Tableau :

» 1° Que la richesse hygrométrique croît depuis le matin jusque vers midi ou 3h pour diminuer ensuite avec l'abaissement du Soleil et pendant la nuit; cela tient à deux causes : à l'évaporation pendant le jour et à la dilatation de l'atmosphère.

» 2° Que la richesse augmente de janvier à juillet-août pour décroître ensuite; qu'elle varie de 0,005 jusqu'à 0,018, c'est-à-dire qu'elle est de trois à quatre fois plus grande en été qu'en hiver. On trouve de même qu'elle augmente dans les pays chauds, même qu'elle est plus grande à Laghouat qu'à Marseille; donc il faut conclure avec M. Dove qu'il y a moins d'air sec en été qu'en hiver dans l'hémisphère nord.

» 3° La capacité hygrométrique de l'air, c'est-à-dire le maximum de

vapeur qu'il peut contenir est exprimée par $\frac{F}{H-F}$. Or, à mesure qu'on s'élève, la température et F diminuent; d'autre part, H décroît également. Ce sont deux causes inverses de variation; l'expérience prouve que la capacité décroît, mais très lentement. De même, la richesse est toujours un peu moindre au sommet qu'à la base du puy de Dôme.

» 4° La dernière colonne du Tableau mesure la capacité totale pendant la nuit quand la température est à son minimum. Elle est généralement plus grande que la richesse à $6^h$ du matin; mais quelquefois elle est plus petite, d'où l'on peut conclure que l'air est saturé à toute hauteur quand sa température est minima. Cela explique toutes les condensations de vapeur qui ont généralement lieu pendant la nuit.

» En résumé, les valeurs de $\frac{f}{F}$ ne nous apprennent que le degré de sécheresse ou d'humidité relatives; elles ne mesurent pas la quantité de vapeur. Au contraire, le rapport $\frac{f}{H-f}$ mesure la composition hygrométrique de l'air; il met en évidence les changements qui surviennent le jour, la nuit, l'été, l'hiver, aux diverses latitudes et altitudes.

» C'est pourquoi je répète qu'il serait rationnel de supprimer les valeurs de $\frac{f}{F}$ et de les remplacer par celles de $\frac{f}{H-f}$. M. Mascart et M. Angot ont bien voulu se charger de faire exécuter les calculs que nécessiterait cette modification et les résultats seront publiés dans les *Annales du Bureau central météorologique*, après avoir été communiqués à l'Académie. »

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi du formène pour la production des très basses températures.* Note de M. **L. Cailletet.**

« L'éthylène liquide dont j'ai eu l'honneur de faire connaître les propriétés à l'Académie [1] donne, en bouillant à la pression atmosphérique, une température assez basse pour permettre à l'oxygène comprimé et refroidi dans ce corps de se condenser au moment de la détente; on observe alors dans l'appareil une ébullition tumultueuse qui ressemble à la projection d'un liquide.

» C'est en activant l'ébullition de l'éthylène, ainsi que l'avait fait autrefois Faraday pour le protoxyde d'azote, que MM. Wroblewski et Olszewski

[1] Voyez *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1224.

ont pu obtenir le ménisque de l'oxygène liquide, que je n'avais pu apercevoir dans mes expériences.

» J'ai pensé qu'il était possible de trouver des corps liquides bouillant à une température bien inférieure à celle de l'éthylène et d'arriver ainsi à liquéfier d'emblée l'oxygène, sans être assujetti à l'emploi de machines pneumatiques destinées à abaisser la température d'ébullition du liquide réfrigérant.

» Le formène ou gaz des marais me semble remplir toutes les conditions que je recherchais. En effet, ce gaz, légèrement comprimé et refroidi dans l'éthylène bouillant sous la pression atmosphérique, se résout en un liquide incolore extrêmement mobile, qui, en repassant à l'état gazeux, donne un froid suffisant pour liquéfier immédiatement l'oxygène.

» Dans ces conditions, la liquéfaction de l'oxygène devient une opération de laboratoire des plus simples.

» Je m'empresse dès aujourd'hui d'annoncer à l'Académie ces premiers résultats, afin de prendre date, me réservant de lui faire connaître prochainement les dispositions nouvelles de mes appareils et le résultat des expériences que je poursuis en ce moment. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur le projet de création, en Algérie et en Tunisie, d'une mer dite intérieure.* Note de M. **E. Cosson**.

« Dans la séance du 16 juin dernier, M. le Dr Rouire a établi nettement, d'après les textes de Scylax, d'Hérodote, de Pomponius Méla et de Ptolémée, que l'ancienne mer intérieure africaine et le fleuve Triton qui venait y aboutir étaient situés au nord de Sousa (*Hadrumetum*), et non pas sous le parallèle de Gabès, ainsi que M. le lieutenant-colonel Roudaire l'avait admis, comme point de départ de son projet. — Devant l'évidence des faits, M. Roudaire a renoncé, il est vrai, à l'opinion qu'il avait d'abord émise, à savoir que, à l'époque géologique actuelle, les Chott Djerid, El-Gharsa et Melghir ont communiqué entre eux et avec la mer. Il paraît aussi avoir renoncé à l'hypothèse par laquelle il considérait les grands Chott du sud de la Tunisie et de la province de Constantine comme représentant la baie de Triton des anciens. Mais, malgré les conclusions défavorables formulées par la *Commission supérieure pour l'examen du projet de mer intérieure*, et malgré les objections faites, par les hommes les plus compétents et connaissant le mieux le pays, aux projets qu'il a successivement présentés, il persiste à

vouloir, par un long canal de 224 kilomètres, mettre en communication la Méditerranée avec le Chott Melghir.

» Je n'ai pas à modifier les observations que j'ai déjà eu l'honneur de soumettre à l'Académie dans plusieurs de ses séances, mais je lui demanderai de vouloir bien autoriser l'insertion aux *Comptes rendus* de l'extrait suivant d'une lettre que je viens de recevoir de M. A. Letourneux, membre de la Mission scientifique tunisienne, qui, il y a peu de jours encore, explorait le sud de Gabès et la région des Chott, et dont la lettre met en relief les dangers que j'ai déjà signalés ([1]) et qui résulteraient pour le régime des eaux du creusement du canal projeté.

*Extrait de la lettre de M. A. Letourneux.*

« Gafsa, 15 juin 1884.

» ..... Je crois intéressant de vous faire connaître l'impression qu'a produite sur moi l'examen des lieux et la conclusion qui s'impose de l'étude géologique du pays. Je ne sais si vous vous souvenez que j'ai toujours soutenu que le fameux canal devait *tuer* le Souf et sans doute le Djerid. Eh bien! il est pour moi formellement démontré que Tozzer, Nefta, Degach et une ou deux autres des oasis qui constituent le groupe d'Oudian sont vouées à une mort certaine et prompte si le canal vient couper la langue de terre, le Drâa, qui sépare le Chott Djerid du Chott El-Garsa. Les sources qui alimentent ces oasis, de même que Sedada et Kris, du même côté, et El-Hamma, sur le flanc occidental, sourdent *toutes*, à peu de chose près à la même hauteur et proviennent de la même nappe d'eau, qui passe dans le Drâa, de $20^m$ à $25^m$ au-dessous du *dos* de ce mouvement de terrain, et M. Roudaire, lui-même, a constaté d'une manière formelle que les sondages l'avaient rencontrée à $22^m$ en contre-bas du sommet du Drâa. Or, le canal projeté devant couper cet isthme d'un bord à l'autre, et devant avoir, dans cette partie du trajet, une profondeur de près de $80^m$ au-dessous du point culminant, il s'ensuit forcément que ce fossé drainera entièrement l'isthme pour verser toute la nappe coupée et interrompue dans la profondeur du Chott El-Gharsa. En conséquence, tout ce qui se trouvera au sud du canal sera entièrement privé d'eau et condamné à une mort prochaine, car il ne pleut guère au Djerid, et, en tout cas, la surface du Drâa serait insuffisante pour fournir la nappe d'eau qui alimente les oasis et dont le surplus descend vers le Souf.

Quant au Souf, comme le canal couperait également les nappes descendant du nord entre le Chott El-Gharsa et le Chott Melghir, il serait donc privé, comme le Djerid, de tout principe de fertilité et de vie.

Il y va de l'honneur du gouvernement, non seulement de ne pas protéger l'exécution d'un projet qui serait une cause de ruine et de destruction complète pour le Blad-el-Djerid et le Souf, mais d'en défendre la mise en train.

Il est bien entendu que je ne crois pas à la possibilité d'exécution dans les conditions préconisées par M. Roudaire.... »

---

([1]) Voir les *Comptes rendus*, séance du 23 avril 1883.

M. **Marey** fait hommage à l'Académie d'une brochure ayant pour titre : « Développements de la méthode graphique par l'emploi de la Photographie ». Cette publication renferme un grand nombre de faits particuliers qui tous concourent à montrer comment la Photographie comble les lacunes que présentait encore la méthode graphique.

» Certains phénomènes, en effet, ne sont pas susceptibles d'être inscrits au moyen des procédés ordinaires, soit qu'ils ne développent pas une force suffisante pour mettre en mouvement un style traceur, soit qu'ils s'accomplissent dans une trop grande étendue de l'espace.

» Comme exemple de phénomènes que la Photographie seule peut traduire graphiquement, on peut citer la fonction des appareils destinés à produire le vol mécanique. Ceux-ci exécutent parfois dans l'air un parcours de $30^{m}$ à $40^{m}$ et même davantage. La Photographie seule, en donnant une série d'images successives de ces appareils en mouvement, laisse la trace exacte et durable de tous les actes qui se sont produits dans le vol mécanique, aux différents points de la trajectoire parcourue.

» La présente brochure forme un supplément pour l'ouvrage intitulé : « La méthode graphique dans les Sciences expérimentales », ouvrage publié en 1878 et dans lequel les applications de la Photographie étaient encore extrêmement restreintes. »

M. **Albert Gaudry** fait hommage à l'Académie d'une Note imprimée *sur un Sirénien d'espèce nouvelle trouvé dans le bassin de Paris*, et s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie une Note extraite du *Bulletin de la Société géologique de France*. Cette Note, qui est accompagnée d'une planche, complète une Communication que j'ai faite le 31 mars à l'Académie, sur un *Halitherium* découvert auprès de Louveciennes, dans les tranchées du nouveau chemin de fer de Saint-Cloud à l'Étang-la-Ville. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Arm. Allan** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur la Navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

## CORRESPONDANCE.

M. **Salmon**, nommé Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Pasteur** donne communication d'une Lettre qui lui a été adressée par les dignitaires de l'Université d'Édimbourg pour remercier l'Académie des Sciences d'avoir délégué plusieurs de ses membres aux fêtes du troisième centenaire de l'Université d'Édimbourg.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La sixième année des Revues scientifiques publiées par le Journal « la République française », sous la direction de M. *Paul Bert;*

2° Un Ouvrage de M. *Duthrieux-Bey*, intitulé : « Le choléra dans la Basse-Égypte, en 1883. (Présenté par M. de Lesseps.)

3° Une brochure portant pour titre : « Action du cuivre sur l'économie. Histoire d'un village », par M. l'abbé *A. Houlès.*

4° Une Notice de M. *Ch. Montigny*, relative à l'influence de l'état de l'atmosphère sur l'apparition des couleurs dans la scintillation des étoiles, au point de vue de la prévision du temps. (Présentée par M. Cornu.)

« La fréquence du *bleu*, dans la scintillation, serait en quelque sorte la mesure de la quantité d'eau contenue dans les régions supérieures de l'atmosphère. On sait d'ailleurs, d'après M. Bunsen et M. Spring, que l'eau en masse est bleue. Les Tableaux numériques contenus dans cette Notice, indiquant les mesures comparatives de la fréquence du bleu dans la scintillation, et les quantités de pluie recueillies à l'Observatoire de Bruxelles depuis 1871, confirment la règle énoncée par M. Montigny dès 1879. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la nouvelle planète* (237) Palisa, *faite à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*) ; par M. **G. Bigourdan.** Communiquée par M. Mouchez.

| Date 1884. | Étoile de comparaison. | Grandeur. | Ascension droite Planète — ⋆. | Déclinaison Planète — ⋆. |
|---|---|---|---|---|
| Juin 29 ......... | ψ Ophiuchus. | 5 | +1m 9s,87 | +1′ 34″,5 |

*Position de l'étoile de comparaison.*

| Date 1884. | Ascens. droite moy. 1884,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moy. 1884,0. | Réduction au jour. | Autorité. |
|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | s | ° ′ ″ | ″ | |
| Juin 29..... | 16.17.19,05 | +3,47 | −19.45.53,0 | +0,4 | BAC |

*Position apparente de la planète.*

| Dates 1884. | Temps moyen de Paris. | Ascens. droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parallaxe. | Nombre de comp. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | ° ′ ″ | | |
| Juin 29........ | 10.33.0 | 16.18.32,39 | 2,935 | −19.44.18,1 | 0,912 | 23:21 |

MÉCANIQUE. — *Sur les effets des forces mutuelles.* Note de M. P. **Berthot**, présentée par M. Tresca.

« On connaît l'hypothèse généralement admise des forces attractives et répulsives agissant à distance. Nous avons pu déterminer une fonction représentée par une courbe fort simple, dans laquelle nous avons retrouvé la plupart des lois de la Physique générale.

» Si nous désignons par $F(x)$ la force mutuelle et si nous considérons deux masses $m$ et $m'$ agissant l'une sur l'autre, la fonction devra : 1° être proportionnelle au produit des masses $m$ et $m'$, afin de tenir compte de leurs actions réciproques ; 2° contenir $(d-x)$ comme racine algébrique, en appelant $d$ la distance d'équilibre moléculaire ; 3° exprimer que l'action a lieu à une distance $x$.

» Diverses considérations nous ont fait admettre que cette action dans un milieu homogène devait être inversement proportionnelle à $x^3$.

» Ces différentes conditions conduisent à la formule empirique

$$(1)\qquad F(x) = \mathrm{K}mm'\frac{d-x}{x^3}, \quad \text{soit} \quad y = \frac{d-x}{x^3}.$$

L'ordonnée $y$ représente la force attractive ou répulsive, suivant que $x$ est plus grand ou plus petit que $d$. En différentiant deux fois, nous aurons les trois relations

$$y = \frac{d-x}{x^3}, \quad \frac{\partial y}{\partial x} = \frac{1}{x^4}(2x - 3d), \quad \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{6}{x^4}\left(\frac{2d}{x} - 1\right).$$

» On voit ainsi, en ne considérant que les valeurs positives de $x$ (les seules qui nous importent), que la courbe part de $y = +\infty$ pour $x = 0$, coupe l'axe des $x$ pour $x = d$, présente un minimum quand $x = \frac{3}{2}d$ et un

point d'inflexion pour $x = 2d$; puis les valeurs de $y$ continuent à être négatives, la force restant attractive, et l'on a $y = 0$ pour $x = \infty$.

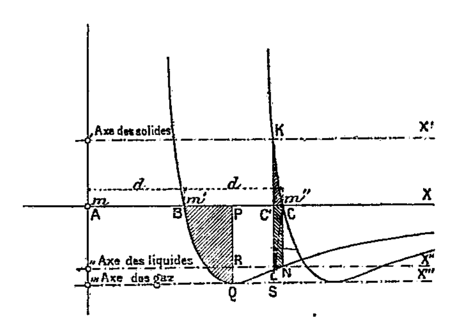
» Si nous faisons maintenant la quadrature de la courbe, nous avons $\int y \partial x = \frac{1}{x}\left(1 - \frac{d}{2x}\right) + C$, ce qui nous donne les intégrales définies

$$\int_0^{\frac{d}{2}} y \partial x = C, \quad \int_0^{d} y \partial x = \frac{1}{2d} + C, \quad \int_0^{\infty} y \partial x = C,$$

desquelles on tire $\int_{\frac{d}{2}}^{d} y \partial x + \int_{d}^{\infty} y \partial x = 0$, ce qui veut dire que la somme des travaux de la force répulsive depuis $x = \frac{d}{2}$ jusqu'à $x = d$ est égale à la somme des travaux de la force attractive depuis $x = d$ jusqu'à $x = +\infty$.

» Cherchons maintenant les lois qui peuvent ressortir de la formule $y = \frac{d - x}{x^3}$. Remarquons qu'elle peut s'écrire $y = \frac{1}{x^2}\left(\frac{d}{x} - 1\right)$; par conséquent, si $\frac{d}{x}$ est négligeable par rapport à l'unité, nous retrouvons la loi de Newton avec toutes ses conséquences.

» Pour examiner le cas où $\frac{d}{x}$ n'est pas négligeable, considérons trois molécules égales $m$, $m'$, $m''$ placées originairement sur une même droite à une distance $d$ l'une de l'autre. La molécule $m''$, sollicitée par l'action attractive




de $m$, ne pourra rester en équilibre et se rapprochera de $m'$; mais l'action répulsive de $m'$ sur $m''$ se développera, et $m''$ atteindra une position d'équilibre en un point C' tel que C'K = C'L. Remarquons qu'il se sera développé dans ce cheminement un travail négatif, représenté par la surface C'CK, et un travail positif *beaucoup plus considérable*, représenté par la surface C'CLN; par conséquent, pour ramener la molécule dans sa position pri-

mitive d'équilibre, il faudrait lui fournir un travail représenté par la surface CLN, la ligne courbe CL étant symétrique de la ligne CK. Effectuons le calcul pour une file indéfinie de molécules placées en ligne droite, à la gauche de la molécule $m''$ et à une distance $d$ les unes des autres. Soit $e$ la quantité dont ces molécules se sont rapprochées sous l'action de leurs attractions. La seconde molécule $m'$ sera la seule qui exercera sur $m$ une action répulsive dont la valeur sera donnée par la substitution de $d-e$ à la place de $x$; on aura donc, en allant de gauche à droite,

$$\text{Force répulsive pour } x=(d-e)\ldots\ldots\ldots\quad y=\frac{d-(d-e)}{(d-e)^3},$$

$$\text{Force attractive pour } x=n(d-e)\ldots\ldots\ldots\quad y=\frac{d-n(d-e)}{n^3(d-e)^3}.$$

» Remarquant que la valeur de la force répulsive doit faire équilibre à la somme des forces attractives depuis $2d$ jusqu'à $nd$, nous aurons

$$\frac{d-(d-e)}{(d-e)^3}=\sum_2^n\frac{d-n(d-e)}{n^3(d-e)^3},\quad \text{d'où}\quad \sum_1^n\frac{d-(nd-e)}{n^3(d-e)^3}=0,$$

mais

$$(3)\qquad \sum_1^n\frac{d-n(d-e)}{n^3(d-e)^3}=\frac{d}{(d-e)^3}\sum_1^n\frac{1}{n^3}-\frac{1}{(d-e)^2}\sum_1^n\frac{1}{n^2}=0.$$

» D'après les formules connues de l'intégration des puissances inverses, nous avons

$$\sum_1^\infty\frac{1}{n^3}=1,202058\quad\text{et}\quad\sum_1^\infty\frac{1}{n^2}=1,6449340,$$

ce qui donne $(d-e)=0,731735d$.

» Cette valeur correspond à une force répulsive égale à 0,68793 et à un travail négatif égal à $0,6847\frac{1}{d}$.

» Pour avoir la somme des travaux positifs, il suffira de faire la quadrature $\Omega$ de la courbe pour $x=2d, 3d, \ldots, nd$, et d'en retrancher la somme des valeurs pour $x=2d-e, 3d-e, \ldots, nd-e$. On a, pour l'expression générale de $\Omega$, en faisant $d=1:\Omega=\frac{1}{n}-\frac{1}{2n^2}$, et, pour celle de $\Omega'$: $\Omega'=\frac{1}{n-e}-\frac{1}{2(n-e)^2}$; le travail positif depuis 2 jusqu'à $n$ sera donc

$$\frac{1}{2}\left[-\sum_2^n\frac{1}{(n-e)^2}+\sum_2^n\frac{1}{n^2}\right]-\sum_2^n\frac{1}{n}+\sum_2^n\frac{1}{n-e}.$$

Il faudra donc fournir un travail égal à 0,175296 — 0,068793 = 0,106503 pour faire passer les molécules de l'état de condensation complet (solide au zéro absolu) à l'état d'équilibre (liquide à l'état naissant).

» La figure montre que si l'on fournit aux molécules un travail égal à la surface BPQ, toute force attractive sera détruite, et les molécules deviendront libres les unes par rapport aux autres. Ce phénomène répond à l'état gazeux.

» Le peu d'espace qui nous est accordé ne nous permet pas de déduire de la formule générale $y = \frac{d-x}{x^3}$ toutes les lois qui en découlent relativement à la chaleur, à l'électricité, à la lumière, à la chimie. Nous dirons seulement que : 1° la valeur de $d$ est une constante de la nature; 2° la valeur de $\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{1}{x^4}(2x - 3d)$ est d'abord à peu près constante, puis augmente rapidement et devient nulle, ce qui donne pour $\Delta x$ un allongement infini qui caractérise la rupture; 3° pour les gaz, les forces étant proportionnelles aux masses, quand l'équilibre est établi, le coefficient de dilatation sera le même pour tous; 4° si l'on cherche la valeur de $d - e$ pour laquelle a lieu le maximum de force attractive, on trouve $d - e = 0,466d$; à droite et en dehors de la molécule $m''$ il existera donc un maximum de force attractive comme dans les phénomènes d'adhérence, de capillarité, etc.; 5° la sommation des ordonnées négatives établit que pour 1000 molécules on obtient sensiblement le même résultat que si l'on fait cette sommation depuis $d$ jusqu'à $\infty$ : l'action extérieure des corps est donc indépendante de leur épaisseur, conformément à l'hypothèse de Laplace pour la capillarité. »

OPTIQUE. — *Sur la diffraction de la lumière dans l'ombre d'un écran à bord rectiligne.* Note de M. **Gouy**, présentée par M. Desains.

« Je me suis occupé de rechercher les lois de la diffraction par la méthode précédemment décrite [1], qui consiste à éclairer vivement le bord d'un écran opaque et à observer, au moyen d'un microscope à long foyer mis au point sur le bord de l'écran, les rayons qui ont contourné ce bord. Il ne sera question dans cette Note que des rayons diffractés dans l'ombre géométrique, le bord de l'écran étant normal au *plan de diffraction*, qui contient le rayon incident et les rayons diffractés.

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 697.

» Les expériences ont porté sur un grand nombre d'écrans formés de divers métaux et alliages, à bords tranchants ou légèrement arrondis, travaillés de diverses manières. Des fragments de feuilles minces produites par le battage, ou des couches disposées sur le verre, ont été aussi employés. Divers métaux ont été expérimentés, soit avec leurs arêtes naturelles, soit sous forme de fragments produits par le clivage. Toutes ces substances étaient opaques au même degré que les métaux; les substances moins opaques (verre noir, noir de fumée, etc.) restent en dehors du présent travail.

» Si, avec un écran à bord tranchant, on observe des rayons de plus en plus déviés par la diffraction, on voit leur intensité diminuer d'abord rapidement, puis de moins en moins vite, jusqu'à ce qu'on soit arrêté par les faces du biseau qui forme le bord de l'écran. On peut ainsi observer des rayons déviés d'un angle de 160°, et possédant encore une intensité assez notable. Aucune particularité ne distingue la direction où les rayons diffractés sont perpendiculaires aux rayons incidents.

» Avec un bord un peu arrondi, la diminution d'intensité est plus rapide, et d'autant plus, que l'épaisseur du bord est moins petite. Un bord de $0^{mm},1$ d'épaisseur, par exemple, ne permet pas d'observer des rayons déviés de plus d'une vingtaine de degrés. L'intensité de la lumière dépend aussi de la substance qui forme l'écran; d'une manière générale, elle est d'autant plus grande que cette substance est douée d'un grand pouvoir réflecteur; ainsi l'argent, toutes choses égales d'ailleurs, donne quatre ou cinq fois plus de lumière que l'acier, pour une déviation de 45°.

» *La lumière diffractée présente des colorations variées et souvent fort belles.* L'or, le cuivre, le laiton et quelques alliages de même couleur lui donnent des teintes orange ou rouge d'une pureté extrême, qui rappellent la couleur superficielle du métal, exagérée comme elle le serait après plusieurs réflexions. L'acier, le platine, le plomb, et quelques autres corps doués d'un médiocre pouvoir réflecteur ne donnent qu'une faible nuance jaune. L'argent et, à un moindre degré, le métal des miroirs, le zinc et quelques autres métaux, donnent une nuance jaune verdâtre, quand le bord de l'écran est très mince, et une teinte rouge pur, avec un bord plus épais; une épaisseur intermédiaire donne des rayons passant d'une nuance à l'autre, suivant leur déviation.

» *La lumière incidente étant naturelle, les rayons diffractés sont en partie polarisés perpendiculairement au plan de diffraction, c'est-à-dire parallèlement au bord de l'écran.*

» Ce phénomène s'est présenté de la manière la plus nette dans toutes les expériences. Cette polarisation, nulle pour une petite déviation, es d'autant plus marquée que celle-ci devient plus grande. Avec des écrans à bords très propres et réguliers, soigneusement travaillés et polis, elle acquiert une intensité extrêmement grande, et telle, que la lumière, même très vive, s'éteint presque complètement à l'analyseur. Des mesures exactes faites avec l'argent, l'or, le cuivre, le laiton, l'aluminium, le bronze d'aluminium, le métal des miroirs, le zinc, le platine et l'acier, ont montré des extinctions complètes à moins de $\frac{1}{2000}$ près.

» La lumière résiduelle, qui reste quand l'analyseur est à l'extinction, est toujours blanche, même quand la lumière diffractée, prise dans son ensemble, est vivement colorée. Cette teinte blanche n'est pas une illusion due à la faible intensité de cette lumière, et se montre même quand, la polarisation étant moins complète, cette intensité est notable. Ainsi *la cause inconnue qui colore si vivement les rayons diffractés n'agit pas sur leur composante polarisée parallèlement au plan de diffraction.*

» Si la lumière incidente est polarisée rectilignement dans le plan de diffraction ou dans un plan perpendiculaire, il en est de même des rayons diffractés.

» Pour d'autres directions du plan de polarisation des rayons incidents, les rayons diffractés sont polarisés elliptiquement ou circulairement, la composante polarisée parallèlement au plan de diffraction prenant l'avance sur la composante polarisée perpendiculairement à ce plan. Cette avance, nulle quand la déviation est petite, croît avec elle sans dépasser notablement $\frac{\lambda}{4}$.

» J'ajouterai que ces phénomènes peuvent aisément être enregistrés par la photographie, en remplaçant l'oculaire du microscope par une plaque sensible. C'est ainsi qu'ont été obtenues les épreuves que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie; deux d'entre elles, faites avec un prisme biréfringent et la lumière incidente naturelle, montrent bien la polarisation presque complète qui forme un des caractères les plus remarquables de la lumière diffractée. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur des composés chimiques obtenus à l'aide d'une pile à gaz et d'appareils à effluve électrique.* Note de M. A. FIGUIER.

« La pile à gaz qui a servi à cette étude est formée, en principe, de deux cylindres creux, en graphite, fermés par en bas et rendus impolarisables

par un dépôt de mousses métalliques ou charbonneuses. Ces deux cylindres récepteurs des gaz sont maintenus par un couvercle fermant hermétiquement le vase rempli du liquide conducteur qui est alcalin toutes les fois que les gaz, en réagissant l'un sur l'autre, doivent donner lieu à un composé acide, et réciproquement.

» Dans quelques cas, les gaz, avant de se rendre dans la pile, ont été soumis à l'*effluve électrique*. Un galvanomètre introduit dans le circuit permettait d'apprécier les modifications survenues dans le courant.

» Les composés ainsi obtenus se forment au contact même des pôles et en plus grande abondance au pôle positif; sans doute par l'occlusion simultanée des deux gaz qui traversent le liquide avec des vitesses inégales. Le corps inscrit le second a fixé le pôle positif. Le courant ayant pour mesure la somme algébrique des actions de sens opposé qui s'effectuent au sein de la pile peut être très faible, et néanmoins l'action chimique concomitante est relativement énergique.

» Dans le Tableau ci-dessous, nous faisons suivre le nom des gaz alimentant le couple des combinaisons chimiques ainsi obtenues.

» *Air atmosphérique et acide sulfureux :* acide sulfurique.

» *Hydrogène et chlore :* acide chlorhydrique.

» *Oxygène et chlore :* acide chlorique; action insensible de l'effluve sur le chlore.

» *Azote et oxygène :* acide azotique; action insensible de l'effluve sur l'azote.

» *Hydrogène et azote :* ammoniaque.

» *Oxyde de carbone et acide carbonique :* acides oxalique et formique; action insensible de l'effluve sur les deux gaz.

» *Oxyde de carbone et carbonate de soude* (un seul cylindre creux récepteur du gaz, une baguette de graphite représentant l'autre pôle) : acides oxalique et formique.

» *Éthylène et oxygène :* acides formique et acétique.

» *Hydrogène et acide carbonique :* acides formique et acétique.

» *Formène et acide carbonique :* acide acétique.

» *Expériences exécutées par l'intermédiaire de la décharge électrique.* — Ces expériences ont été faites à l'aide d'*ozoniseurs* à armatures recouvertes de noir de platine, et qui donnent des effluves très homogènes. Ces *ozoniseurs*, que l'on pouvait soumettre à l'action de la chaleur, contenaient des fragments de ponce, imprégnés du liquide ou du corps pulvérulent sur lequel on faisait réagir un gaz déterminé.

» On a employé également un tube à armatures mobiles, permettant de régler à volonté l'intensité de la décharge; ce tube était parcouru par le mélange de deux gaz ou d'un gaz et d'une vapeur.

» Les résultats obtenus (dont certains toutefois n'ont de nouveau que

les conditions particulières de l'expérience) sont consignés dans la liste suivante :

» *Oxygène et soufre :* acide sulfurique.

» *Oxygène et sélénium :* acide sélénieux.

» *Tellure et oxygène :* action négative.

» *Oxygène et chlore :* acide chlorique.

» *Oxygène et iode :* acide iodique.

» *Oxygène et brome :* acide bromique.

» *Acide chlorhydrique et oxygène :* acide chlorique.

» *Air atmosphérique et potasse caustique :* acide azotique.

» *Oxygène et protoxyde d'azote :* acide azotique.

» *Hydrogène et soufre :* hydrogène sulfuré.

» *Hydrogène et sélénium :* hydrogène sélénié (1).

» *Hydrogène et tellure :* résultat négatif.

» *Hydrogène et arsenic :* négatif.

» *Hydrogène et antimoine :* négatif.

» *Hydrogène et phosphore rouge :* négatif.

» *Hydrogène et phosphore ordinaire :* hydrogène phosphoré spontanément inflammable.

» *Azote et hydrogène :* ammoniaque.

» *Oxygène et acide formique :* acides carbonique et oxalique.

» *Oxygène et formiate de soude :* acides carbonique et oxalique.

» *Oxyde de carbone et carbonate d'ammoniaque du commerce :* acides oxalique et formique.

» *Oxyde de carbone et hydrate d'ammonium :* acide formique.

» *Oxyde de carbone et anhydride ammoniacal :* acides formique et cyanhydrique.

» *Oxyde de carbone et acide carbonique :* acide formique.

» *Hydrogène et bioxalate de potassium :* acide formique.

» *Hydrogène et acide acétique :* alcool.

» *Acide carbonique et formène :* acides acétique et formique.

» *Alcool et hydrogène sulfuré (obtenu à l'état naissant dans l'ozoniseur, par l'action de l'hydrogène sur le soufre)* : mercaptan. »

ÉLECTRICITÉ. — *Transformation des piles liquides en piles sèches.* Note de M. **Onimus**, présentée par M. Ed. Becquerel.

« Plusieurs expérimentateurs, et entre autres Bagration, ont cherché à obtenir des piles plus ou moins sèches. Ce dernier, en mélangeant du sable avec du chlorhydrate d'ammoniaque, est arrivé à un résultat très souvent

(1) Soumis isolément à l'effluve, l'hydrogène a été sans action sur le soufre et le sélénium placés en dehors de l'ozoniseur.

mis en pratique. Nous avons modifié ce procédé en gâchant intimement avec les liquides excitateurs du plâtre qu'on laisse ensuite se solidifier.

» Les seules piles où ce procédé soit avantageux sont évidemment celles qui ne fonctionnent que quand le circuit est fermé, et encore, parmi celles-ci, la pile au chlorhydrate d'ammoniaque et celle au chlorure de zinc sont, pour ainsi dire, les seules qui présentent des avantages réels.

» Au lieu d'employer uniquement du plâtre, nous l'avons mélangé avec du peroxyde de manganèse, ou du sesquioxyde de fer. Dans ces conditions, la force électromotrice est un peu plus grande, et surtout avec le sesquioxyde de fer la reprise de la force électromotrice à l'ouverture du circuit est très énergique.

» Lorsque la pile est complètement épuisée, il suffit de l'imbiber avec une solution de sel excitateur pour qu'elle fonctionne de nouveau. Ce procédé présente encore l'avantage de pouvoir permettre de supprimer le vase extérieur et de donner aux éléments des formes variées selon les différents emplois.

» En résumé, nous croyons être arrivé à ajouter aux actions des piles ordinaires les avantages, si considérables dans certains cas (quelques appareils médicaux, chemin de fer, télégraphie militaire, etc.), des piles sèches, et cela par un procédé des plus simples et nullement coûteux. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la coagulation des corps colloïdaux.* Note de M. E. GRIMAUX, présentée par M. Friedel.

« En poursuivant l'étude de diverses substances colloïdales dans une suite de recherches que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, je me suis proposé d'abord de montrer que les réactions des albuminoïdes n'ont rien de spécial à cette classe de corps et dépendent de leur caractère colloïdal, puis de déterminer la cause de la coagulation des colloïdes, soit spontanée, soit sous l'action de la chaleur ou des sels. Les observations que j'ai faites sur l'hydrate et les sels ferriques, ainsi que sur les colloïdes azotés, m'ont engagé à essayer de donner une théorie de la coagulation des colloïdes. Comme la coagulation se fait dans des conditions variées, tantôt retardée, tantôt favorisée par la dilution, il y a lieu d'examiner séparément le phénomène dans ces deux cas.

» *Corps dont la coagulation est retardée par la dilution.* — En remarquant que la coagulation de l'hydrate ferrique et de la silice soluble exigeait d'autant plus de temps ou une température d'autant plus élevée que la

solution est plus étendue, il est permis de comparer la coagulation à l'éthérification. La silice soluble dérivant de l'action de l'eau sur le silicate de méthyle $Si(OCH^3)^4$ constitue l'hydrate normal $Si(OH)^4$; de même l'hydrate ferrique soluble se formant par l'action de l'eau sur l'éthylate ferrique $Fe(OC^2H^5)^6$ est l'hydrate normal $Fe^2(OH)^6$. On comprend que $2^{mol}$ de silice ou d'hydrate ferrique solubles, réagissant l'une sur l'autre à la façon des acides-alcools, s'unissent avec perte d'eau, et une première condensation nous donnera pour la silice l'hydrate disilicique

$$Si(OH)^3\text{-}O\text{-}Si(OH)^3,$$

et, pour l'hydrate ferrique, le corps $Fe^2(OH)^5\text{-}O\text{-}Fe^2(OH)^5$.

» Cette condensation, avec élimination d'eau, est comparable à une éthérification, et, en poursuivant cette analogie, nous pouvons nous rendre compte de tout ce qu'on observe dans la coagulation de la silice et de l'hydrate ferrique solubles.

» La coagulation spontanée à froid est une réaction lente comme l'éthérification, qui, d'après les recherches de M. Berthelot, demande plusieurs années pour arriver à la limite, à la température ordinaire, et elle est d'autant plus lente que la solution est plus étendue, de même que l'éthérification est retardée par la présence de l'eau. Dans l'action de la chaleur, l'analogie se continue; la chaleur a la même influence sur la vitesse de la réaction; la coagulation et l'éthérification atteignent d'autant plus vite leur limite que la température est plus élevée.

» Les sels favorisent la coagulation en agissant comme déshydratants; admettant ce rôle des sels dans la coagulation, j'avais pensé qu'ils doivent favoriser l'éthérification, et je me proposais de tenter quelques expériences à ce sujet, quand j'ai trouvé, dans les Mémoires de M. Berthelot, un fait qui confirme encore l'analogie de la coagulation et de l'éthérification. M. Berthelot a vu, en effet, que la saponification de l'éther benzoïque à 200° est en partie empêchée par la présence du chlorure de baryum.

» Où l'analogie s'arrête, c'est que le phénomène n'est pas réversible et que, une fois coagulés, la silice et l'hydrate ferrique ne peuvent pas redevenir solubles, être saponifiés pour ainsi dire; néanmoins la différence n'est pas si absolue qu'elle paraît; d'une part, dans certaines conditions, la silice et l'hydrate ferrique coagulés peuvent se redissoudre dans l'eau; de l'autre, la décomposition des éthers par l'eau n'est jamais complète, comme l'a montré M. Berthelot, quelle que soit la quantité d'eau ajoutée.

» Ajoutons que, pour les corps colloïdaux, le temps est un élément

nécessaire à leur transformation, comme l'a fait remarquer Graham, et, par la lenteur de leurs réactions, ils se rapprochent des composés organiques.

» Comme les colloïdes azotés, albumine et colloïde amidobenzoïque, ont leur coagulation retardée ou entravée par la dilution, nous pouvons les rapprocher de l'hydrate ferrique et de la silice et admettre également que leur pectisation est due à une déshydratation.

» *Rétraction du coagulum.* — Un fait singulier qui n'a pas encore trouvé d'explication, c'est la contraction que subissent peu à peu les gelées formées par la coagulation et qu'on observe si bien avec le coagulum de silice ou d'hydrate ferrique, contraction qui dure plusieurs semaines. Je crois qu'on peut s'en rendre compte de la façon suivante.

» Dans une première phase de la coagulation nous avons admis que la silice $Si(OH)^4$ et l'hydrate ferrique $Fe^2(OH)^6$ s'unissent avec perte d'eau pour donner $Si(OH)^3-O-Si(OH)^3$ et $Fe^2(OH)^5-O-Fe^2(OH)^5$, mais on comprend que ces nouvelles molécules puissent s'unir avec perte d'eau, et la condensation se poursuivre de la même façon jusqu'à ce qu'elle ait atteint son état définitif. S'il en est ainsi, à chaque instant de la contraction, ce sont des corps différents qui existent dans la masse, des composés dont la complication moléculaire croît sans cesse : ainsi s'explique la contraction du caillot par formation de corps de plus en plus denses, qui non seulement éliminent de l'eau chimiquement, mais se séparent de l'eau dont ils étaient imprégnés en formant gelée.

» On peut apporter à cette manière de voir l'appui de l'expérience suivante : quand on décompose l'éthylate ferrique par l'eau, on obtient, au bout d'un temps variable suivant les proportions d'eau, un sirop épais, puis une gelée transparente, encore un peu fluide. Si, au moment même où elle est formée, on l'étend d'eau, elle se dissout entièrement; c'est un premier produit de condensation encore soluble dans l'eau, tandis que si l'on abandonne la gelée à elle-même pendant un quart d'heure, alors qu'elle a commencé à se contracter, elle devient complètement insoluble.

» *Corps dont la dilution favorise la coagulation.* — La coagulation des dérivés ferriques, de la liqueur de Schweizer, du sucrate de chaux, est favorisée par la dilution; elle présente avec la coagulation de la silice et de l'hydrate ferrique la même relation que la dissociation par dissolution avec l'éthérification; elle est favorisée par la dilution, parce que le corps qui s'élimine dans la réaction est autre que l'eau.

» Aussi, avec le glycérinate de fer et de potasse, la décomposition est

limitée par la présence de la glycérine; les solutions coagulables par la chaleur deviennent stables par l'addition d'un excès de glycérine, et inversement les solutions plus riches en glycérine deviennent coagulables quand on les additionne d'eau. De même l'addition d'eau à des solutions peu riches en glycérine amène leur coagulation à froid au bout de quelques jours.

» Le chloro-arséniate ferrique est stable par un excès de perchlorure de fer et se coagule spontanément dans la dialyse par l'action de l'eau : les solutions de tartrate ferricopotassique sont décomposées avec le temps et d'autant plus vite qu'elles sont moins concentrées. Quant à la liqueur de Schweizer dialysée, l'eau la dissocie en oxyde de cuivre et ammoniaque, et la décomposition n'a pas lieu en présence d'un petit excès d'ammoniaque; sous l'influence de la chaleur, elle se décompose, suivant un phénomène de dissociation proprement dit, en hydrate cuivrique et en ammoniaque, qui se combinent de nouveau pendant le refroidissement.

» On voit donc que la coagulation des colloïdes ne constitue plus un phénomène obscur et inexpliqué; nous en trouvons la raison d'être en la faisant dépendre d'équilibres chimiques, comme ceux qu'on observe dans l'éthérification et la dissociation, soit dissociation simple, soit dissociation par dissolution : dans les deux cas, la décomposition est limitée ou entravée par la présence du corps qui doit s'éliminer par le fait de la réaction. »

CHIMIE. — *Sur la préparation de l'acide chromique hydraté et sur quelques propriétés nouvelles de l'acide chromique anhydre.* Note de M. **H. Moissan**, présentée par M. Debray.

« *Purification de l'acide chromique contenant de l'acide sulfurique.* — L'acide chromique cristallisé, que l'on trouve dans le commerce, renferme presque toujours une notable quantité d'acide sulfurique. On peut l'en débarrasser par un procédé rapide qui nous a permis bien souvent d'obtenir, en quelques instants, une centaine de grammes d'acide chromique à peu près pur.

» On commence par fondre l'acide chromique dans une capsule de platine à un feu très modéré. Il est important de chauffer avec beaucoup de précaution, si l'on ne veut pas amener la décompostion brusque de l'acide chromique.

» Dans ces conditions, l'eau se dégage d'abord, puis la masse fond,

et, comme l'acide chromique fondu est plus dense que l'acide sulfurique, ce dernier le surnage, mouille le platine et s'attache aux bords de la capsule. La plus grande partie de l'acide sulfurique se volatilise. On coule ensuite le tout sur de la porcelaine : l'acide sulfurique, beaucoup plus liquide, tombe le premier, ensuite l'acide chromique. On déplace la capsule au fur et à mesure que coule l'acide; la solidification se fait très vite et l'on obtient ainsi des baguettes rouges d'acide chromique. On les concasse rapidement, et l'on choisit les morceaux que l'acide sulfurique n'a pas touchés pour les enfermer dans des flacons secs.

» L'acide chromique ainsi obtenu ne renferme plus qu'une très petite quantité d'acide sulfurique. Il est d'une belle couleur rouge, présente une cassure cristalline, est très hygroscopique et se dissout entièrement dans l'eau. Le dosage du chrome dans ce composé conduit à la formule $CrO^3$.

» *Acide chromique hydraté* $CrO^3HO$. — Pour obtenir des cristaux d'acide chromique hydraté, on met un excès d'acide chromique anhydre en présence d'une petite quantité d'eau; le mélange s'échauffe légèrement, on maintient le tout quelques instants à 100°, puis on décante et l'on refroidit le liquide à la température de la glace fondante. Il se dépose alors sur les parois du flacon de petits cristaux de couleur rouge qui sont séparés des eaux mères et mis à sécher dans le vide en présence d'acide sulfurique.

» Chauffés dans un tube fermé, ces cristaux fondent facilement, laissent dégager de l'eau et reproduisent alors l'acide chromique. Abandonnés à l'air, ils attirent l'humidité et tombent rapidement en déliquescence. Le dosage du chrome dans ce composé conduit à la formule $CrO^3, HO$. C'est donc l'analogue de l'acide sulfurique monohydraté $SO^3, HO$, qui n'avait pas été signalé jusqu'à ce jour.

» *Action de l'acide chlorhydrique gazeux sur l'acide chromique sec.* — L'acide chromique anhydre, purifié par le procédé que nous avons indiqué plus haut, fournit, en présence de l'acide chlorhydrique gazeux, une réaction assez curieuse. Aussitôt que l'acide chromique, à la température ordinaire, est en présence du gaz acide chlorhydrique, ce dernier est absorbé, et il se produit d'abondantes fumées rouges, se condensant en un liquide bouillant à 108°, qui est l'acide chlorochromique $CrO^2Cl$.

» Si l'on chauffe légèrement le tube dans lequel se fait la réaction, cette dernière s'accélère, et l'on obtient en peu d'instants une quantité assez forte d'acide chlorochromique

$$CrO^3 + HCl = CrO^2Cl + HO.$$

» La quantité d'eau mise en liberté réagit sur une partie de l'acide chlorochromique, et l'on trouve, à la fin de l'expérience, à la place de l'acide chromique, une matière d'apparence huileuse, entièrement soluble dans l'eau, qui a déjà été signalée par Dumas dans ses recherches sur l'oxychlorure de chrome, et qu'il n'avait pas analysée.

» L'acide bromhydrique et l'acide iodhydrique gazeux, dans les mêmes conditions, ne fournissent pas de composés chromés.

» Enfin, le chlore absolument sec n'attaque pas l'acide chromique anhydre. Si le chlore n'est pas bien purifié, il peut entraîner des vapeurs d'acide chlorhydrique, et, dans ce cas, l'acide chromique fournit le composé $CrO^2Cl$. Il en est de même si l'on fait agir, à 150°, un mélange de chlore et d'une petite quantité de vapeur d'eau; cette dernière fournit de l'acide chlorhydrique, et l'acide chromique est attaqué.

» Les chromates alcalins, les chromates de baryte, de plomb et d'argent maintenus dans l'acide chlorhydrique gazeux produisent aussi un dégagement d'acide chlorochromique. Cette réaction est donc générale et permet de caractériser l'acide chromique libre ou combiné. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la production de l'orthophosphate neutre d'aluminium cristallisé*. Note de M. **A. de Schulten**, présentée par M. Friedel.

« L'orthophosphate neutre d'aluminium n'était pas encore connu à l'état anhydre et cristallisé. M. Rammelsberg et M. Millot (*Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 89) ont obtenu des précipités gélatineux présentant la composition de l'orthophosphate neutre d'aluminium hydraté, le premier en traitant une solution d'alun par du phosphate de sodium jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de précipité, le second en précipitant la solution d'un phosphate d'aluminium par l'ammoniaque et en traitant ce précipité par l'acide acétique.

» Je produis cet orthophosphate cristallisé en opérant de la manière suivante : à une solution concentrée d'aluminate de sodium, j'ajoute de l'acide phosphorique jusqu'à ce que le mélange soit fortement acide et je chauffe ce mélange en tube scellé pendant quelques heures à 250°. Il se forme ainsi un abondant dépôt de petits prismes hexagonaux avec des pointements, et, si l'on a soin d'employer un excès suffisant d'acide phosphorique, ces cristaux ne sont souillés par aucune impureté.

» L'analyse m'a fourni les nombres suivants, qui conduisent à la formule simple $Al^2(PO^4)^2$.

| | Trouvé. | Calculé. |
|---|---|---|
| $P^2O^5$ .................. | 58,5 | 58,0 |
| $Al^2O^3$ .................. | 42,4 | 42,0 |
| | 100,9 | 100,0 |

» L'acide phosphorique a été séparé de l'alumine par le molybdate d'ammoniaque. Chauffés au rouge vif les cristaux ne perdent pas en poids; ils ne fondent pas même au rouge blanc; ils sont insolubles dans les acides chlorhydrique et azotique concentrés et difficilement attaquables par l'acide sulfurique concentré à chaud. Pour dissoudre ce corps, on le fait fondre avec du carbonate de sodium et l'on traite la masse fondue par l'eau qui la dissout entièrement. Le poids spécifique des cristaux s'élève à 2,59. Leurs dimensions ne dépassent pas $0^m,002$ suivant l'axe et un dixième de millimètre suivant le diamètre. En examinant au microscope polarisant et à la lumière convergente ces cristaux taillés en plaques minces perpendiculairement à l'axe, on voit qu'ils sont biréfringents à un axe et positifs.

» Il me semble que, dans la production de ce phosphate cristallisé, la présence du phosphate acide de sodium soit nécessaire pour déterminer la cristallisation de la matière; car, en chauffant de l'alumine gélatineuse avec de l'acide phosphorique en tube scellé à 250°, je n'obtiens qu'un sable cristallin. Le même corps se prépare encore en chauffant une solution de chlorure d'aluminium additionnée d'acide phosphorique; mais, dans ces conditions, on n'obtient non plus qu'un sable cristallin: il suffit pourtant de remplacer l'acide phosphorique, dans cette dernière opération, par une solution concentrée de phosphate très acide de sodium pour produire des cristaux très nets.

» En variant les proportions des matières employées dans la préparation de ce corps, j'ai observé la formation de phosphates doubles d'aluminium cristallisés dont je n'ai pas encore terminé l'examen. Enfin, en substituant l'acide arsénique à l'acide phosphorique, il se forme des combinaisons arsénicales que j'étudierai prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel alcool retiré de la glu du houx.* Note de M. **J. Personne fils** sur un travail de feu *J. Personne*, présentée par M. Berthelot.

« La glu que l'on emploie parfois pour la chasse des oiseaux est préparée en abandonnant à la fermentation, dans des conditions particulières, la seconde écorce du houx (*Ilex aquifolium*). Telle qu'elle se trouve dans le commerce, cette singulière substance constitue une masse verdâtre, visqueuse et tenace. Son étude chimique a occupé mon père pendant les dernières années de sa vie; d'abord en 1871, et surtout en 1878. Je crois devoir faire connaître ceux de ses résultats qui me sont parvenus, d'une part sous forme d'une Note succincte trouvée dans ses papiers, d'autre part sous forme de souvenirs qu'ont bien voulu me transmettre ceux de ses amis qui ont été tenus au courant de ses recherches. L'ensemble de ces renseignements n'étant pas assez complet pour me mettre à l'abri d'une erreur, j'ai répété, avant de les publier, les expériences de mon père et vérifié les propriétés des corps obtenus.

» Qu'il me soit permis de remercier ici M. le professeur Jungfleisch des bons conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer dans la vérification d'un travail aussi délicat; ainsi que MM. Bourquelot et Leidié, de l'obligeance avec laquelle ils ont bien voulu m'indiquer les détails encore présents à leur mémoire.

» Desséchée au bain-marie, la glu perd de 26 à 27 pour 100 d'eau. Elle peut être ensuite purifiée des matières insolubles qu'elle contient, par un traitement au chloroforme ou à l'éther de pétrole. Les débris végétaux et les sels calcaires restent insolubles dans ces véhicules qui dissolvent facilement la glu. Celle-ci est ainsi séparée de 23 pour 100 environ de matières étrangères, parmi lesquelles l'oxalate de chaux entre pour une grande proportion, près de 60 pour 100. Le liquide filtré et évaporé laisse un résidu qu'il suffit de maintenir quelque temps à 120° pour le priver des dernières traces du dissolvant.

» Les faits observés par mon père peuvent se résumer en quelques mots : la glu purifiée est un éther ou un mélange d'éthers formés par un alcool particulier, qui semble être un homologue de l'alcool benzylique.

Pour isoler cet alcool, on saponifie la glu à l'aide d'une solution alcoolique concentrée de potasse. Cette opération est assez longue. Pendant la

saponification, il se sépare une matière élastique, ressemblant à du caoutchouc, et soluble dans le chloroforme. La liqueur alcoolique légèrement colorée et transparente, étant versée dans une grande quantité d'eau distillée, il se sépare une matière d'apparence gélatineuse, qu'on recueille sur un linge et qu'on lave à grande eau; on neutralise ensuite par l'acide acétique les traces d'alcali qu'elle retient encore, même après des lavages prolongés. La matière, lavée de nouveau par l'eau, puis filtrée et mise à la presse, fournit un gâteau solide presque blanc. Après dessiccation, on reprend cette masse par l'alcool à 90° bouillant qui la dissout; pendant le refroidissement, elle cristallise sous la forme d'aiguilles très fines, groupées en belles houppes soyeuses. Par une nouvelle dissolution dans l'alcool bouillant additionné de charbon animal, on l'obtient en cristaux d'une blancheur éclatante avec un aspect nacré.

» Le corps ainsi préparé n'est cependant pas pur; il est souillé d'une matière particulière que la forme de ses cristaux permet de distinguer au microscope. Cette dernière substance étant moins soluble dans l'alcool, on parvient à l'éliminer par des cristallisations répétées dans ce liquide bouillant; on recueille finalement un produit homogène et d'une composition constante.

» Le nouveau composé est insoluble dans l'eau froide. Sa solubilité dans l'alcool augmente avec la concentration de ce liquide; elle est faible dans l'alcool à 80°. Il se dissout presque en toutes proportions dans l'alcool à 90° et l'éther de pétrole bouillants, le chloroforme, l'éther ordinaire. Le point de fusion des cristaux est 175°. Sous une pression de $0^m,10$ de mercure, la matière se sublime à 115°; son point d'ébullition paraît être très élevé et dépasser 350°. Les vapeurs possèdent une odeur aromatique.

» Soumis à l'analyse, ces cristaux ont fourni les nombres suivants :

| | I. | II. | III. | IV. | V. | Moyenne. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Carbone...... | 83,25 | 83,64 | 83,48 | 83,07 | 83,40 | 83,36 |
| Hydrogène.... | 12,18 | 12,44 | 12,17 | 12,24 | 11,98 | 12,20 |
| Oxygène...... | 4,57 | 3,92 | 4,35 | 4,69 | 4,62 | 4,43 |

» La composition du nouveau composé correspond à la formule $C^{50}H^{44}O^2$, qui exige 83,33 de carbone, 12,22 d'hydrogène et 4,44 d'oxygène.

» Le corps en question est un alcool : traité par l'anhydride acétique, il fournit un éther acétique dont le point de fusion se trouve entre 204° et 206°.

» Cet alcool, auquel mon père a donné le nom d'*alcool ilicique*, est combiné dans la glu à un ou plusieurs acides, paraissant appartenir à la série des acides gras.

» J'ai poursuivi l'étude des diverses substances que fournit la glu. Je ferai connaître prochainement mes résultats. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la colchicine.* Note de M. S. ZEISEL, présentée par M. Berthelot.

« M. Houdé, qui vient de publier une Note sur la colchicine cristallisée (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1442), paraît ne pas avoir eu connaissance de ma Notice sur la colchicine et la colchicéine, présentée à l'Académie de Vienne le 15 février 1883 (voir *Monatshefte für Chemie*, p. 162; 1883). Afin de montrer que je n'ai pas cessé de m'occuper de la continuation de ces recherches, je demande la permission de présenter à l'Académie quelques observations complémentaires de celles que j'ai déjà publiées.

» Les cristaux qui se déposent d'une solution de colchicine dans le chloroforme, et auxquels j'ai trouvé à peu près les propriétés décrites par M. Houdé, ne sont pas de la colchicine, comme M. Houdé l'annonce, mais bien une *combinaison de la colchicine avec le chloroforme.*

» Le chloroforme n'en est pas séparé par une exposition prolongée à l'air, mais il est nécessaire de dissoudre les cristaux dans l'eau et de faire bouillir la dissolution pendant quelques instants.

» Les acides minéraux dilués dédoublent la colchicine en *colchicéine* et *alcool méthylique*. La colchicéine à son tour, traitée par les acides minéraux concentrés à 110°-120°, donne une nouvelle base, que j'ai nommée *apocolchicéine,* et en même temps de l'*alcool méthylique* et de l'*acide acétique*.

» A l'oxydation, la colchicine fournit un produit bien cristallisé, dont j'ai établi la composition. Soumise à l'action des agents réducteurs, en solution acide ou alcaline, la colchicine donne des produits amorphes et difficiles à purifier.

» Je m'abstiens, pour le moment encore, d'exprimer les divers corps ci-dessus mentionnés par des formules. Les nombreuses analyses que j'ai faites m'ont prouvé que les formules en usage pour la colchicine et la colchicéine ne sont pas exactes, mais elles ne me permettent pas encore d'en établir de nouvelles avec toute la certitude désirable. J'ai tout lieu d'espérer cependant que la continuation de mes recherches me permettra non

seulement de fixer la composition de la colchicine, mais encore de jeter quelque lumière sur sa constitution. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche et sur le dosage de faibles quantités de sulfure de carbone, dans l'air, dans les gaz, dans les sulfocarbonates, etc.* Note de M. GASTINE, présentée par M. Fremy.

« La réaction que j'ai proposée pour apprécier la diffusion du sulfure de carbone introduit dans le sol [1] consiste à faire passer l'air contenant les vapeurs de sulfure de carbone dans une solution alcoolique de potasse. Il se forme du xanthate ou éthyldisulfocarbonate de potasse

$$2(CS^2) + C^4H^5, KO^2 = C^6H^5, KO^2S^4.$$

» La dissolution de potasse alcoolique doit être assez concentrée; elle doit être préparée avec de l'*alcool absolu* et de la potasse *récemment fondue*, car toute trace d'eau réduit beaucoup la sensibilité du réactif. Pour le même motif, il faut dessécher les gaz et l'air que l'on fait passer dans le réactif.

» Dans le liquide alcoolique, neutralisé par l'acide acétique et un peu étendu d'eau, la présence de l'acide xanthique est mise en évidence en ajoutant une goutte de sulfate de cuivre. Il se forme du xanthate de cuivre, insoluble dans l'eau et d'une belle couleur jaune.

» *Recherche du sulfure de carbone dans le sol.* — L'air est retiré du sol au moyen d'une sorte de trocart. Cet air se rend à un flacon laveur d'acide sulfurique, qui le dessèche, puis à un tube à boules de Liebig renfermant une solution de potasse alcoolique, enfin à un aspirateur. Le volume d'eau écoulée dans l'aspirateur mesure la quantité d'air extraite du sol. On ne prend, à chaque sondage, qu'un quart de litre d'eau, afin de ne pas troubler, d'une façon sensible, la distribution des vapeurs de sulfure de carbone que les expériences ont pour but de faire connaître. Dans ces essais, les tubes à boules d'une capacité très réduite ne renfermaient que $0^m,03$ à $0^m,05$ de la solution alcoolique. Un quart à un demi-litre d'air suffit alors pour accuser nettement la présence du sulfure de carbone, même si le sol n'en renferme que de faibles proportions.

» Pour doser le sulfure de carbone, les quantités recueillies dans de si faibles volumes gazeux seraient généralement insuffisantes. J'emploie alors

---

[1] *Comptes rendus*, mai 1877.

un plus grand volume de solution alcoolique, et, par des sondages multiples, correspondant chacun à un quart de litre et exécutés autour d'un grand nombre de trous d'injection, je fais passer dans la liqueur de $3^{lit}$ à $6^{lit}$ d'eau. L'acide xanthique est alors formé en proportion suffisante pour un dosage volumétrique. Je me suis servi de l'action de l'iode en solution dans l'iodure de potassium. La réaction est la suivante :

$$(C^6H^6O^2S^4)^2 + I^2 = (C^{12}H^{10}O^4S^8) + (IH)^2.$$

» Le corps résultant de la déshydrogénation de deux molécules d'acide xanthique est le persulfure éthyldisulfocarbonique, dont le mode d'obtention a été indiqué, dans des conditions peu différentes (Desains, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XX). MM. Mermet et Delachanal ont appliqué la même réaction pour doser le sulfure de carbone des sulfocarbonates (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXII, septembre 1877).

» L'addition de la liqueur d'iode dans la solution de xanthate de potasse produit un trouble laiteux fourni par la précipitation, en fines gouttelettes huileuses, du persulfure éthyldisulfocarbonique. Cette précipitation ne masque pas l'apparition de la couleur bleue de l'iodure d'amidon. Comme pour les analyses avec l'iode, il faut opérer dans une liqueur bien neutre. En liqueur acide, l'acide xanthique se précipite en gouttes huileuses que l'iode n'attaque que difficilement. Pour obtenir la neutralisation, on acidifie légèrement par l'acide acétique et l'on ajoute un excès de bicarbonate de soude.

» Une liqueur d'iode renfermant $I = 1^{gr},68$ par litre correspond à $1^{gr}$ de sulfure de carbone. Chaque centimètre cube vaut $0^{gr},001$. On vérifie l'exactitude de la liqueur en pesant dans une ampoule une petite quantité de sulfure de carbone. On écrase l'ampoule dans un flacon renfermant un excès de la solution alcoolique de potasse, on agite, on chauffe légèrement pour dissoudre les cristaux de xanthate de potasse qui pourraient emprisonner du sulfure, et l'on étend à un volume connu. Cette liqueur titrée de sulfure de carbone sert à vérifier le titre de la solution d'iode.

» *Dosage du sulfure de carbone dans les sulfocarbonates.* — Dans un petit matras à fond plat placé dans un bain-marie et muni d'un tube de dégagement et d'un entonnoir à robinet, dont la pointe longue et effilée plonge jusqu'au fond, on introduit la valeur de $1^{gr}$ du sulfocarbonate à titrer ($10^{cc}$ du sulfocarbonate étendu de dix fois son volume primitif), puis un excès d'une solution de sulfate de zinc ou de cuivre.

» Le tube de dégagement du ballon est mis en relation : 1° avec un

flacon laveur à acide sulfurique ; 2° avec un tube à boule renfermant la solution d'alcool potassique.

» L'autre extrémité du tube à boule est mise en relation avec la trompe du laboratoire ; on fait passer lentement un courant d'air dans l'appareil. On chauffe le bain-marie jusqu'à l'ébullition. A ce moment, on active le passage de l'air pour chasser du matras et du flacon laveur les dernières traces de vapeurs de sulfure de carbone.

» Il ne reste plus qu'à titrer l'acide xanthique.

» *Dosage du sulfure de carbone dans les gaz.* — Le même procédé m'a servi à doser le sulfure de carbone renfermé dans un mélange gazeux formé d'azote, d'hydrogène sulfuré, d'acide carbonique, d'oxyde de carbone et de vapeur d'eau.

» L'hydrogène sulfuré et une partie (faible) du sulfure de carbone ont été retenus dans une lessive concentrée de potasse ; il s'est formé ainsi un peu de sulfocarbonate de potasse. Un flacon laveur d'acide sulfurique retenait ensuite l'humidité. Tout le reste du sulfure de carbone (la plus grande partie) était fixé dans la solution alcoolique de potasse. En décomposant le sulfocarbonate du premier flacon comme il a été dit précédemment, et en ajoutant l'acide xanthique produit à celui réuni dans le dernier, on a pu doser la quantité totale de sulfure de carbone renfermée dans le mélange des gaz.

» En résumé, la solution alcoolique de potasse, préparée et employée à l'abri de toute trace d'eau, est un réactif précieux pour retenir les vapeurs de sulfure de carbone, même mélangées en quantité très faible dans une masse considérable d'air ou de gaz inertes. Elle a le précieux avantage de caractériser d'une façon absolue la présence du sulfure de carbone et de permettre par la liqueur d'iode le titrage rapide du produit.

» Pour la recherche du sulfure de carbone, j'ai expérimenté un autre procédé recommandé par Hoffmann (*Rép. de Chimie et de Physique*, 1859) et basé sur l'action de la triéthylphosphine en solution éthérée. Les deux corps se combinent avec énergie pour former un composé, peu soluble dans l'éther, qui se dépose en aiguilles cristallines d'un rouge cramoisi [$(C^4H^5)^3PC^2S^4$]. Pour des opérations qualitatives, on a ainsi une réaction colorée sans aucune manipulation chimique. Mais la sensibilité est plutôt moindre que celle de l'acide xanthique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les procédés suivis pour la détermination de l'acide phosphorique dans les superphosphates.* Note de M. E. AUBIN, présentée par M. Schlœsing.

« Dans les superphosphates du commerce, il y a très souvent une certaine proportion de phosphate naturel qui n'a pas été attaqué par l'acide sulfurique au moment de la fabrication. Ce résidu ne peut pas avoir la même valeur que les produits solubilisés, et les analystes se sont efforcés de trouver un réactif au moyen duquel on pût séparer les parties qui, dans un phosphate naturel, auraient été transformées, de celles qui n'auraient pas été atteintes. MM. Neubauer, Frésénius ont indiqué le citrate d'ammoniaque, et M. Joulie, en France, en a précisé l'emploi.

» Mais l'attaque des superphosphates au moyen du citrate d'ammoniaque peut être exécutée de diverses manières : 1° quand le produit ne contient pas de magnésie, il est broyé directement avec le réactif; 2° quand la présence de la magnésie est accusée, on fait précéder l'attaque au citrate d'ammoniaque d'un traitement par l'eau.

» Le traitement par l'eau peut se faire de deux manières : 1° en épuisant le superphosphate par de petites quantités d'eau renouvelées et rapidement décantées sur un petit filtre; 2° en mettant le superphosphate, après broyage, en digestion dans un volume d'eau mesuré. Dans ces deux cas, la partie insoluble est séparée par le filtre et est mise en digestion dans le citrate d'ammoniaque.

» Ces deux manières d'opérer ne conduisent pas aux mêmes résultats, bien que les volumes d'eau employés soient les mêmes; et pour le démontrer, j'ai fait une série de dosages comparatifs sur les superphosphates les plus divers en opérant sur les mêmes poids de matière et en amenant au même degré de dilution les dissolutions salines.

» Dans la plupart des cas, la seconde méthode conduit à des résultats plus élevés. Les différences observées tiennent à plusieurs causes :

» 1° *Au degré d'acidité du superphosphate.* — En effet, on peut mettre en évidence la présence des acides libres en épuisant les superphosphates par de l'alcool fort qui dissout l'acide phosphorique et l'acide sulfurique sans toucher au phosphate et au sulfate; et l'on conçoit que l'existence de ces acides au sein des liqueurs favorise la dissolution d'une partie du phosphate

tribasique, mis à nu par le broyage et que l'acide sulfurique n'a pas atteint au moment de la fabrication. Pour faire ressortir ce fait, j'ai mis en digestion, dans une liqueur provenant de l'épuisement d'un superphosphate par l'eau distillée, le résidu qu'on obtient quand on élimine dans ce produit tout ce qui est soluble dans l'eau et dans le citrate d'ammoniaque. Ce résidu représente la partie qui n'a pas été atteinte par l'acide sulfurique au moment de la fabrication. Après deux jours de digestion, on a dosé l'acide phosphorique dans les liqueurs, et l'on a obtenu :

| | Acide phosphorique pour 100 parties de superphosphate. |
|---|---|
| Pour la liqueur avant la digestion | 6,65 |
| Pour la liqueur après la digestion | 7,16 |
| Gain dû à l'action de l'acidité du superphosphate | 0,51 |

» 2° *Au broyage du superphosphate pendant la prise d'échantillon.* — Cette action est considérable dans les superphosphates qui se réduisent en pâte dans le mortier. Exemple :

| | Acide phosphorique pour 100. |
|---|---|
| Titre d'un superphosphate avant broyage | 11,26 |
| Titre déterminé deux jours après le broyage | 14,20 |
| Titre déterminé sur le premier échantillon divisé au moyen du sable de Fontainebleau | 13,00 |

» Pour éviter le broyage du superphosphate, il est nécessaire d'augmenter le poids de l'échantillon prélevé pour le dosage.

» 3° *A la présence de la magnésie en quantité notable dans les superphosphates.* — En faisant digérer ces superphosphates dans un volume d'eau limité, on s'expose à ne pas dissoudre la totalité du phosphate de magnésie, et ce qu'il en reste est éliminé et perdu pour le dosage quand ensuite on fait l'attaque du résidu au moyen du citrate d'ammoniaque alcalin.

» La méthode au citrate d'ammoniaque, employée seule, et telle que l'a décrite M. Joulie, m'a donné des résultats différents de ceux que j'ai obtenus avec les autres procédés. Ces écarts sont dus, d'abord, à la présence de petites quantités de magnésie; ensuite, au broyage prolongé qu'on fait subir au superphosphate.

» J'ai rassemblé les résultats obtenus dans le Tableau ci-dessous :

| MÉTHODES EMPLOYÉES. | ACIDE PHOSPHORIQUE SOLUBLE CONTENU DANS 100 PARTIES DE SUPERPHOSPHATE. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Superphosphate de chaux. | | | | | | | | | | | | | | | Superphosphates de chaux et de magnésie. | | | | |
| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII | IX. | X. | XI. | XII. | XII | XIV. | XV. | I. | II. | III. | IV. | V. |
| I. Epuisement par l'eau et digestion dans le citrate d'ammoniaque...... | 16,51 | 6,91 | 12,92 | 11,26 | 14,97 | 13,69 | 11,00 | 10,24 | 8,96 | 14,72 | 16,12 | 16,00 | 13,95 | 10.24 | 12,80 | 13,18 | 13,18 | 11,26 | 16,25 | 13,05 |
| II. Digestion dans l'eau et dans le citrate d'ammoniaque.............. | 17.53 | 7,42 | 14,59 | 11,39 | 15,36 | 13,69 | 12,03 | 11,13 | 9,34 | 15,10 | 16.76 | 16,64 | 14,46 | 10,75 | » | 12,16 | 11,26 | 9,72 | 15,48 | 12,28 |
| III. Digestion dans le citrate d'ammoniaque (méthode Joulie) .......... | » | » | » | » | » | » | 11,39 | 10,36 | » | 15,74 | » | 16,64 | 13,82 | » | 13,44 | » | » | » | » | » |
| Différences entre la première et la deuxième méthode.................. | 1,02 | 0.51 | 1,67 | 0,13 | 0,39 | 0,00 | 1,03 | 0,89 | 0,38 | 0,38 | 0,64 | 0,64 | 0,51 | 0,51 | » | 1,02 | 1,92 | 1,54 | 0,77 | 0,77 |

» Il ressort de ces chiffres que, si l'on peut déterminer exactement la totalité de l'acide phosphorique que contient un superphosphate, il en est autrement pour le dosage de cet acide engagé dans des combinaisons solubles, et que des écarts considérables, s'élevant jusqu'à 10 pour 100 de l'acide phosphorique dosé, ne sont dus qu'à de petites différences dans l'emploi des méthodes que l'on pouvait choisir indifféremment.

» Quand on se trouve en présence de mélanges comme ceux que nous offrent les superphosphates, il est rationnel d'extraire complètement les produits solubles dans l'eau avant de faire réagir le citrate d'ammoniaque, dont l'emploi exclusif n'est justifié par rien. En effet, on ne peut assimiler la solubilité des superphosphates dans le sol à celle qu'ils possèdent dans le citrate d'ammoniaque. Ce réactif ne doit être considéré que comme un dissolvant de convention.

» D'un autre côté, si l'on commet une erreur, généralement en plus, en ne tenant pas compte des observations qui précèdent, on en commet une autre en sens inverse, en ne déterminant pas la quantité de phosphate ammoniaco-magnésien resté en dissolution dans les liqueurs contenant de fortes doses de citrate d'ammoniaque [1]. Il est donc nécessaire d'opérer

[1] Lorsqu'on met du phosphate ammoniaco-magnésien bien purifié en suspension dans une liqueur contenant $40^{cc}$ de citrate d'ammoniaque (préparation Joulie), $30^{cc}$ d'ammoniaque liquide et une quantité d'eau nécessaire pour faire $100^{cc}$, on trouve qu'il est entré en dissolution de $0^{gr},014$ à $0^{gr},017$ d'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Cette erreur, proportionnelle à la teneur de la liqueur en citrate, se produit chaque fois que l'on précipite l'acide phosphorique par les sels magnésiens, et, jusqu'à ce jour, il n'en a pas été tenu compte. En opérant sur $1^{gr}$ de matière, elle donne lieu à une différence de 1,4 à 1,7 d'acide phosphorique pour 100 de superphosphate.

dans des volumes constants de liqueur ayant sensiblement la même teneur en sels ammoniacaux, afin de pouvoir introduire dans les résultats une correction constante. »

FERMENTATIONS. — *Sur la puissance de la levure de vin cultivée.* Note de M. **Alph. Rommier.**

« D'après ce qu'on nous rapporte, on aurait essayé en Allemagne, depuis plusieurs années, un nouveau mode de vinification consistant dans la stérilisation préalable du moût de raisin et ensuite dans son ensemencement avec une levure choisie.

» Ce nouveau genre de vinification n'est que l'extension du procédé appliqué par M. Pasteur à la fabrication de la bière. Il doit certainement produire de bons résultats, parce qu'il empêche la production simultanée des fermentations secondaires; mais la stérilisation du moût nous paraît une opération délicate et d'une exécution bien difficile dans les grandes exploitations. En réfléchissant à l'application du procédé, nous nous sommes demandé si la stérilisation du moût était bien indispensable à sa réussite, et si, par l'ensemencement avec une levure de vin cultivée, on ne hâterait pas le commencement de la fermentation et l'on n'enrayerait pas alors d'une manière suffisante le développement des fermentations secondaires.

» Il est, en effet, reconnu que des fermentations n'ont pas lieu simultanément dans un même liquide avec une égale énergie; il arrive bientôt que la plus intense domine toutes les autres et finit par les annihiler. C'est sur ce principe que M. Pasteur a fondé son procédé de culture des ferments. Or, les grains de ferment qui se trouvent sur la pellicule du raisin demandent toujours un temps plus au moins long, suivant l'élévation de la température, pour germer et pour produire la levure de vin; pendant ce temps les fausses levures et les moisissures se développent, en formant des réactions secondaires qui ôtent de la qualité au vin. Mais si, au moment où l'on écrase le raisin, on introduisait dans le moût une levure de vin en pleine activité, une levure purifiée par des cultures, la fermentation vineuse s'établirait immédiatement, et, par son action, paralyserait le développement de tous les autres germes.

» C'est en partant de cette idée qu'à l'automne dernier nous avons établi une série de fermentations; nous rapporterons les résultats de trois d'entre elles : elles étaient composées chacune de $4^{kg}$ de chasselas écrasé, mis dans des flacons bouchés avec un liège traversé par un tube de verre disposé de manière à recueillir les gaz.

» Le flacon n° 1, servant de témoin, n'a reçu que les $4^{kg}$ de chasselas.

» Dans le flacon n° 2, on a mélangé au chasselas $60^{cc}$ d'un moût contenant de la levure de vin arrivée à sa seconde culture.

» Enfin, dans le flacon n° 3, on a ajouté $60^{cc}$ de levure de vin conservée depuis une année.

» Les fermentations ont duré du 7 au 14 septembre; elles ont eu lieu à la température ordinaire, qui a varié de 15° à 22°.

» Le marc du flacon n° 1 n'a commencé à se soulever qu'au bout de quarante-huit heures; à partir de ce moment, jusqu'au 14 septembre, sa fermentation a été peu active; elle était égale à deux à trois bulles d'acide carbonique à la minute. Le 14 septembre, voyant que cette expérience ne se terminait pas, tandis que les deux autres étaient finies, on l'a mise dans une étuve chauffée à 35°, où elle s'est achevée en l'espace de trois jours. Elle a rendu alors jusqu'à cent six bulles de gaz carbonique à la minute.

» Les expériences $n^{os}$ 2 et 3 ont suivi l'une et l'autre une marche à peu près identique. En moins de douze heures, leur marc était soulevé et, dès le milieu de la seconde journée, les fermentations étaient arrivées à leur *maximum* de puissance; elles correspondaient alors à soixante-dix et soixante-quinze bulles de gaz à la minute. Enfin, elles se sont terminées le 14 septembre, quand l'expérience servant de témoin était à peine commencée.

» Ces expériences prouvent que la levure de vin cultivée, ajoutée à un moût, en provoque rapidement la fermentation, et qu'elle peut s'effectuer complètement à une température relativement basse, de 15° à 22°, au lieu de 30° à 35°.

» Dans d'autres expériences, il a été constaté que l'addition de levure de vin à un moût qu'on avait sucré pouvait déterminer la vinification complète de ce moût. C'est ainsi que nous avons obtenu des vins contenant jusqu'à 18,75 pour 100 d'alcool et ne renfermant plus la moindre trace de sucre reconnaissable à l'analyse saccharimétrique. Les fermentations ont duré quarante jours, du 7 septembre au 17 octobre; elles ont été faites sur $4^{kg}$ de chasselas, à la température ordinaire.

» Quels résultats pratiques peut-on tirer de ces observations?

» Il sera toujours avantageux d'ajouter à une vendange écrasée de la levure de vin purifiée par des cultures; on paralysera ainsi, par ce moyen, l'action simultanée des fausses levures et des moisissures qui se trouvent habituellement sur le raisin, et cela, en quantités plus ou moins grandes, suivant les années.

» Cette pratique offrirait en outre un certain intérêt, dans la fabrication des vins blancs ; on sait que le moût de raisin blanc est séparé du marc par le pressoir et mis à fermenter dans des tonneaux à une température relativement basse; souvent même on en abaisse la température jusqu'à sa dernière limite, en mettant les tonneaux à la cave, afin de rendre le vin plus onctueux. Mais la fermentation faite dans ces conditions se prolonge pendant plusieurs mois, pour les vins communs, et souvent des années entières pour les vins capiteux. Il est probable qu'on obtiendrait ce vin avec la qualité qui les fait rechercher par les consommateurs, et bien plus rapidement que par la méthode ordinaire, si on les additionnait de levure purifiée. On a vu en effet, plus haut, que, en faisant fermenter du chasselas avec de la levure de vin, nous avons abaissé notablement la température de la fermentation sans en diminuer la vigueur. »

CHIMIE. — *Sur la figure théorique de certains corps simples formant série.* Note de M. **L. Hugo.** (Extrait.)

« Je me suis proposé de rechercher quels pouvaient être les rapports de formes entre les poids atomiques des métaux de la première série.

» Le poids atomique de l'hydrogène étant 1, ces poids atomiques sont les suivants :

| | Lithium. | | Sodium. | | Potassium. | | Rubidium. | | Cœsium. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | | 23 | | 39 | | 85 | | 133 |
| Différences..... | | 16 | | 16 | | 46 | | 48 | |

» J'ai songé à localiser géométriquement les *proto-atomes* (d'hydrogène, dans la notion de Prout) sur les sommets ou sur les faces ou sur les arêtes de formes ou figures régulières.

» J'écris de la manière suivante les différences :

16............ $2\times 8$
16............ $2\times 8$
48............ $6\times 8$

» Quant au nombre 46, on peut poser

$$46 = 30 + 16, \quad \text{ou} \quad 5\times 6 + 2\times 8.$$

» Soit maintenant le premier terme : lithium $= 7$, que j'écrirai $6+1$. Ce

sera géométriquement le symbole du centre et des six sommets d'un *octaèdre régulier*; soit 7 proto-atomes répartis en figure octaédrique.

» Le premier intervalle, qui conduit au sodium, est, dans mon système,

$$2 \times 8,$$

soit 8 proto-atomes *doubles* surajoutés, qui peuvent se placer respectivement sur les centres des 8 faces de l'espace octaédrique.

» Pour le potassium, les $2 \times 8$ proto-atomes peuvent se surajouter en regard des mêmes faces : l'ensemble de la figure aurait ainsi une même apparence cubique, le cube étant convenablement et symétriquement placé et centré dans l'espace par rapport à l'octaèdre du lithium (déjà surchargé pour le sodium).

» Pour passer au rubidium (différence 46), il y a lieu de décomposer l'intervalle 46 en deux surcharges, l'une de 30, l'autre de 16, soit $5 \times 6$ et $2 \times 8$.

» 1° $5 \times 6$, soit six groupements de cinq proto-atomes simples : ils ont leur place en regard des sommets de l'octaèdre, sur les six faces du cube.

» Chaque groupement de cinq se constitue en 4 et 1, en rapport avec les faces carrées, plus un centre;

» 2° $2 \times 8$ forme une surcharge ou couche nouvelle de proto-atomes *doubles*, en relation de position avec les huit sommets du cube.

» En dernier lieu, pour arriver au cœsium, on constate un intervalle de 48, à disposer en couche extérieure; ceci fait, on aura atteint le nombre atomique 133; nous égalons le nombre 48 à $6 \times 8$, et ceci pourra s'interpréter de deux manières.

» En proto-atomes binaires, on a donc le choix entre $3 \times 8$ et $6 \times 4$. La première disposition répondrait à *trois* binaires sur chacune des faces (d'ailleurs *triangulaires*) de l'octaèdre ou sur chacun des sommets *trièdres* du cube; ce qui revient au même.

» La seconde disposition répondrait à *quatre* binaires sur chacune des faces (d'ailleurs *quadrangulaires*) du cube, ou sur chacun des sommets *tétraèdres* de l'octaèdre de l'espace. »

ZOOLOGIE ET ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur un type nouveau de la classe des Hirudinées.* Note de MM. **Poirier** et **A.-T. de Rochebrune**, présentée par M. de Quatrefages.

« Comme le Crocodile vit dans l'eau, dit Hérodote, l'intérieur de sa bouche est couvert de Bdelles : « ἅ τε δὴ ὢν ἐν ὕδατι δίαιταν ποιήμενον κροκόδειλος

τὸ στόμα ἔνδοθεν φορέει πᾶν μεστὸν βδελλέων (L. II, Chap. LXVIII, p. 94, Ed. Müller).

» Les traducteurs de l'historien grec, jusqu'à Scaliger, avaient entendu par le mot βδελλέων les Sangsues; depuis, plusieurs ont prétendu que ces animaux étaient des *Diptères*, du genre *Culex*. Les recherches scientifiques de l'un de nous, pendant un assez long séjour en Sénégambie, nous permettent de trancher définitivement une question encore controversée et de démontrer que les βδελλέων d'Hérodote doivent être rapportées à la classe des *Hirudinées*.

» Le type remarquable que nous examinons vit, non seulement fixé à la muqueuse buccale des *Crocodilus vulgaris*, *Cataphractus* et *Leptorhynchus*, mais aussi sur les papilles linguales des *Cymnoplax ægyptiacus* et à l'intérieur de la poche des *Pelicanus crispus* et *Onochrotalus*.

» Par sa forme générale, par la présence de chaque côté du corps de houppes branchiales, il se rapproche à première vue du genre *Branchellion*; mais, par les particularités de son organisation, il se distingue de toutes les formes jusqu'ici connues; nous insisterons sur les suivantes.

» *Appareil digestif.* — La première partie du tube digestif présente les caractères de celui des Sangsues à trompe : une trompe exsertile, suivie d'un œsophage à parois musculaires très épaisses et dont la lumière du canal est à section transverse losangique. Le diamètre de cet organe va en augmentant régulièrement jusqu'au niveau du premier anneau pourvu de branchies. En ce point il se jette dans un intestin très large à parois minces, présentant sept paires de lobes qui vont se ramifier dans les houppes branchiales digitées, que portent les anneaux de cette région. L'intestin se continue ensuite par deux longs cœcums s'étendant jusqu'à la partie postérieure du corps de l'animal. Entre ces cœcums passe le rectum très grêle, portant latéralement quatre paires de tubes très sinueux et placés entre la face dorsale et les cœcums.

» Comme annexes de ce tube digestif, si remarquable par ses prolongements dans les branchies, il faut citer de grosses glandes unicellulaires à contenu finement granuleux, placées de chaque côté de l'œsophage et dont les tubes excréteurs, très longs, pénètrent dans les parois de cet organe où ils remontent plus ou moins haut et finissent par déboucher dans la cavité interne. Ce sont les glandes salivaires.

» De nombreuses cellules glandulaires, probablement hépatiques, recouvrent les parois de l'intestin lobé.

» *Organes génitaux.* — L'appareil génital mâle se compose de quatre paires de testicules ovoïdes, situés dans les quatre derniers anneaux à

branchies. Les épididymes, logés dans le deuxième anneau à branchies, forment deux masses cellulaires à l'intérieur desquelles les canaux déférents font de nombreuses circonvolutions. Ceux-ci, à leur sortie des épididymes, se réunissent sur la ligne médiane pour former un court canal spermatique impair, qui pénètre dans une grosse poche musculaire, dans laquelle le pénis, très volumineux, peut rentrer. L'orifice mâle est situé dans le huitième anneau, celui qui précède les anneaux à branchies.

» L'appareil femelle est formé de deux ovaires pyriformes, très longs, de deux oviductes grêles se jetant dans une matrice très peu volumineuse; l'orifice femelle est situé dans le neuvième anneau.

» *Appareil circulatoire.* — L'appareil circulatoire, comme l'appareil digestif, présente des particularités remarquables. Le vaisseau dorsal, pourvu de poches des Sangsues à trompes, fait défaut. Par contre, il existe deux paires de vaisseaux latéraux, superposés, qui envoient des ramifications dans les houppes branchiales. Dans les digitations de ces branchies, ces ramifications sont mises en communication les unes avec les autres par de nombreux canaux circulaires transverses.

» Les vaisseaux latéraux supérieurs, que nous pouvons considérer comme artériels, communiquent entre eux, dans chaque anneau, par un vaisseau annulaire qui envoie de fines ramifications à la surface de la peau. A la partie antérieure, ces deux vaisseaux se réunissent un peu au-dessus des yeux et envoient, en avant et dans l'épaisseur des tissus, des branches qui se réunissent à d'autres, émises par un anneau antérieur, provenant du vaisseau ventral.

» A la partie postérieure du corps de l'animal, ces deux canaux latéraux se bifurquent et se réunissent par les deux branches ainsi formées; en ce point, ces vaisseaux émettent de nombreuses branches qui se ramifient sur la face inférieure de la ventouse et vont se jeter dans un vaisseau circulaire double, qui longe les bords de cette ventouse.

» L'appareil circulatoire comprend, outre ces vaisseaux latéraux, un vaisseau médian ventral, enveloppant le système nerveux; à la partie antérieure, ce vaisseau donne naissance à un anneau dont les ramifications vont se jeter dans celles qui proviennent des deux vaisseaux latéraux supérieurs; à la partie postérieure, ce vaisseau ventral passe au-dessus des canaux qui réunissent les vaisseaux latéraux et donne naissance à de nombreuses ramifications qui vont se jeter dans les vaisseaux circulaires du bord de la ventouse.

» *Système nerveux.* — Le système nerveux, très voisin de celui de la

*Clepsine* se compose, outre le cerveau et la masse postérieure, de dix-huit ganglions formés chacun de deux paires de grosses vésicules latérales et de deux vésicules ventrales, un peu plus petites, placées en arrière l'une de l'autre. Chaque ganglion émet de chaque côté un seul nerf qui se manifeste plus loin.

» Les yeux, au nombre de deux, sont très gros, d'une couleur orangée et en forme de coupe.

» Les téguments, surtout dans la partie antérieure, sont très riches en grosses cellules glandulaires à contenu granuleux.

» Les dispositions toutes spéciales des appareils circulatoire et digestif, tels que nous venons de les résumer, nous paraissent réunir une somme de caractères suffisants pour autoriser la création non seulement d'un genre, mais aussi d'une famille.

» Nous désignerons cette famille, dont la place semble devoir être marquée dans le voisinage de celle des *Rhynchobdellidæ*, sous le nom de *Lophobdellidæ*, nom tiré du mot *Lophobdella* (de λόφος, panache, et βδέλλα, sangsue), que nous proposons comme qualificatif du genre.

» L'espèce sénégambienne et des fleuves d'Afrique devra être inscrite sous le nom de *Lophobdella Quatrefagesi;* nous ne saurions mieux faire que de la dédier au savant Professeur du Muséum. »

BOTANIQUE. — *Sur le polymorphisme floral du Narcisse des îles Glénans (Finistère)*. Note de M. L. Crié, présentée par M. Chatin.

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie un nouveau cas de polymorphisme floral dans le Narcisse des îles Glénans (Finistère).

» Cette plante, fort rare et peu connue des botanistes, fait partie du centre de végétation *breton* que j'ai caractérisé par l'*Eryngium viviparum*, l'*Omphalodes littoralis* et le *Linaria arenaria*.

» Le Narcisse des Glénans, dont j'ai pu recueillir cette année, vers la fin d'avril, plusieurs centaines d'échantillons fleuris, se présente dans l'île sous trois formes très inégales en nombre. Les deux premières diffèrent par la longueur du pistil et des étamines.

» Dans l'une, le style, beaucoup plus court que les six étamines, élève son stigmate un peu au-dessus du rétrécissement formé par la base du tube du périanthe. Les trois étamines du rang interne sont plus courtes que les trois étamines du rang externe : c'est la forme brachystylée.

» Dans l'autre, le style, plus long que les six étamines, élève son stig-

mate même au-dessus des trois étamines du rang externe qui sont plus longues et premières nées (A. Chatin). C'est la forme dolichostylée.

» Ce remarquable polymorphisme floral du *Narcissus reflexus* avait échappé à Loiseleur et aux autres botanistes, qui ont simplement signalé dans les fleurs de cette plante l'inégalité de longueur qui existe entre les six étamines. « *Stamina* 3 *longiora et* 3 *alternabreviora* » (Lois., *Flora Gallica*).

» Mais il existe encore, aux Glénans, une troisième forme beaucoup plus rare que les précédentes, à androcée triandre par suite de l'avortement des trois étamines du rang interne. Dans certaines fleurs dolichostylées, on remarque que les trois étamines internes, cachées au fond du tube, sont à peu près sessiles sur le périanthe; ailleurs, les anthères avortent complètement et la fleur devient triandre.

» Le *Narcissus reflexus*, Lois., présente donc aux Glénans trois formes remarquables : 1° une forme à style long et à étamines plus courtes (forme dolichostylée); 2° une forme à style court et à étamines plus longues (forme brachystylée); 3° une forme triandre, par suite de l'avortement des trois étamines internes.

» Ce Narcisse à androcée triandre rattache directement les Amaryllidées aux Iridées, qui ne sont que des Amaryllidées à *trois étamines extrorses*. Mais, par son *androcée triandre et ses étamines introrses*, le *Narcissus reflexus* relie plus directement encore les Amaryllidées aux Hémodoracées, par l'intermédiaire de certains genres qui, comme les *Dilotris*, les *Lachnanthes* et les *Phlebocarya*, possèdent trois étamines introrses et un ovaire tout à fait infère.

» Je me propose d'étudier, l'année prochaine, la structure du pollen, la pollinisation, le développement de l'organisation du fruit dans les trois formes de fleurs du Narcisse des Glénans. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur des cônes de fructification de Sigillaires.* Note de M. **R. Zeiller**, présentée par M. Daubrée.

« De toute la flore houillère, le genre *Sigillaria* est peut-être celui qui a le plus exercé la sagacité des paléontologistes et donné lieu aux discussions les plus longues touchant la place à lui attribuer dans la classification. Rapproché par Ad. Brongniart d'abord des Fougères, puis des Cyca-

dées, en raison de la structure anatomique de la tige du *S. Menardi* ([1]), il a été rangé plus tard à côté des *Isoetes* par Goldenberg ([2]), qui lui attribua, mais sans donner aucune preuve à l'appui, des épis de fructification renfermant des spores, dont il avait trouvé les fragments associés à des débris de troncs de Sigillaires.

» Plus récemment il a été l'objet, de la part de M. Grand'Eury et de M. B. Renault en France, de M. Williamson en Angleterre, de travaux qu'il est à peine utile de rappeler : M. B. Renault, se fondant sur la présence d'un bois secondaire à développement centrifuge dans la tige des Sigillaires et sur l'organisation de leur faisceau foliaire, concluait à les rapprocher des Cycadées, tandis que M. Williamson, affirmant que les tiges âgées de *Lepidodendron* possédaient un double bois semblable à celui des *Sigillaria*, réunissait ces deux genres dans un seul et même groupe. Enfin, tout récemment, M. Van Tieghem, rappelant une observation de M. Russow sur la constitution anatomique de la tige des *Botrychium*, faisait remarquer que la présence d'un bois secondaire centrifuge n'est pas un caractère exclusivement propre aux Gymnospermes ou aux Dicotylédones, et plaçait également les Sigillaires parmi les Lépidodendrinées ([3]).

» Mais la connaissance positive des organes de fructification manquait toujours, l'attribution faite par Goldenberg et acceptée par Schimper n'ayant que la valeur d'une hypothèse. Ayant eu récemment l'occasion d'examiner, aux mines de l'Escarpelle (Nord), une riche série d'empreintes que M. Brun, directeur de ces mines, avait bien voulu faire recueillir, j'ai été assez heureux pour y trouver plusieurs cônes de fructification appartenant positivement au genre *Sigillaria*, et presque déterminables même spécifiquement. Le pédoncule, large de $0^{m},007$ ou $0^{m},008$, sur lequel chacun d'eux est porté, est muni, au-dessous de la base du cône, d'une série de feuilles aciculaires dressées, longues de $0^{m},03$ à $0^{m},04$, disposées en files longitudinales très nettes, et sous la base de chacune d'elles on voit les rides transversales caractéristiques dont sont ornés les mamelons foliaires de certaines Sigillaires; on discerne même, mais moins nettement, puisque les feuilles sont encore adhérentes, la forme hexagonale de la base d'attache

---

([1]) Désigné à tort comme *S. elegans* (voir B. Renault, *Cours de Botanique fossile*, 3e année, p. 14).

([2]) *Flora Saræpontana fossilis*, Ies Heft, p. 25 (1855); IIes Heft, p. 1 (1857).

([3]) *Bulletin de la Société botaniquede France*, t. XXX, p. 171, 175 (1883).

de ces feuilles, et sur quelques points on aperçoit la trace des arcs latéraux allongés qui, dans les Sigillaires, flanquent de part et d'autre la cicatricule vasculaire. On a donc manifestement affaire à des rameaux de Sigillaire, et l'on peut, avec beaucoup de probabilité, les rapporter soit au *S. elliptica*, Brongt, soit plutôt au *S. polyploca*, Boulay, en raison des ondulations que présente le contour des mamelons foliaires.

» L'axe même de ces cônes a $0^m,005$ ou $0^m,006$ de diamètre, et porte une série de bractées, insérées obliquement, longues de $0^m,015$ à $0^m,020$, formées de deux portions distinctes offrant l'aspect de deux triangles isoscèles inégaux accolés par leurs bases : la portion basilaire, en forme de coin aigu, est marquée d'un pli longitudinal très accentué; la portion limbaire, brusquement dilatée à la base, se rétrécit peu à peu en une pointe aiguë; elle est marquée d'une nervure médiane assez nette. Entre les bractées on aperçoit un grand nombre de corps ronds, de près de $0^m,002$ de diamètre, à surface lisse, mais marqués de trois lignes légèrement saillantes, divergeant d'un même point sous des angles de 120° et souvent réunies par trois arcs de cercle qui joignent leurs extrémités, absolument comme on l'observe sur les macrospores de la plupart des *Isoetes*.

» La grande dimension de ces corps pourrait faire douter si l'on doit réellement les considérer comme des spores, et si, malgré leurs caractères extérieurs, il ne faudrait pas voir en eux des sporanges ou des sacs polliniques, ou même des graines. Mais les petits disques charbonneux qui les représentent se laissent assez facilement détacher, sinon tout entiers, du moins par grands fragments, pour que l'on puisse constater qu'aucune de leurs faces ne présente la moindre cicatrice correspondant à un point d'attache, et qu'ils étaient, par conséquent, tout à fait libres. De plus, j'ai réussi, en les attaquant par les réactifs oxydants suivant la méthode indiquée par M. Gümbel, à les rendre assez transparents pour pouvoir les examiner au microscope, et je me suis assuré qu'ils étaient positivement unicellulaires. Ce sont donc bien des macrospores, comme l'indiquaient les trois stries divergentes dont leur surface est marquée et qui prouvent qu'elles naissaient par quatre dans leurs cellules mères.

» Mais il est impossible de discerner aucune trace du sporange dans lequel ces macrospores devaient être contenues; la position qu'elles occupent, groupées le plus souvent à la base de chaque bractée, permet seulement de supposer, avec assez de vraisemblance, qu'elles étaient renfermées dans le pli que présente la portion basilaire, en forme de coin, de ces bractées, et recouvertes par un tissu dont la destruction les mettait en

liberté, ainsi qu'il arrive aujourd'hui chez les *Isoetes*. Le rapprochement indiqué par Goldenberg me paraît donc tout à fait fondé; les cônes dont je parle ressemblent d'ailleurs de tout point à ceux que cet auteur a attribués aux Sigillaires, et n'en diffèrent que par leurs dimensions beaucoup plus grandes.

» J'ajouterai que d'autres cônes du même type, longs de plus de $0^m,25$, recueillis à Anzin, me paraissent, maintenant que leur attribution générique est établie, pouvoir être rapportés, soit au *S. elongata*, soit au *S. rugosa*, en raison des fines ponctuations qui s'observent sur les mamelons foliaires du bout du pédoncule, mais qui n'étaient pas assez caractérisées pour permettre de reconnaître en eux, *a priori*, des cônes de Sigillaires. Un autre fragment d'un cône semblable, venant aussi d'Anzin, renferme des macrospores aussi grosses que celle de l'Escarpelle, mais très nettement verruqueuses.

» Enfin les collections de l'École des Mines possèdent également des cônes de Sigillaire identiques à ceux qu'a figurés Goldenberg : ces cônes, provenant des mines du Grand-Buisson, près de Mons, sont portés sur des pédoncules nus de $0^m,15$ à $0^m,20$ de longueur, munis seulement à leur sommet, sous la base même du cône, de feuilles aciculaires assez courtes, attachées sur des mamelons légèrement saillants. Un fragment d'un cône semblable, recueilli par moi à Marles, est rempli de spores de $0^m,0014$ de diamètre, très finement verruqueuses, marquées des trois plis divergents caractéristiques, et qui, examinées au microscope après avoir subi la préparation nécessaire, se sont montrées aussi nettement unicellulaires.

» Je crois donc pouvoir conclure que les Sigillaires étaient décidément des végétaux cryptogames, se reproduisant au moyen de spores. Toutes les spores que j'ai observées me semblent devoir être regardées comme des macrospores; je n'ai pas vu trace de microspores, mais je ne crois pas qu'il faille en inférer que les Sigillaires fussent isosporées, car les microspores, une fois devenues libres, doivent, en raison de leur ténuité, échapper presque complètement à l'observation, du moins quand on n'a affaire qu'à des empreintes. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De l'assimilation du maltose*. Note de MM. **A. Dastre** et **E. Bourquelot**, présentée par M. P. Bert.

« On sait que les aliments féculents sont transformés dans l'acte de la digestion de manière à produire une forte proportion de maltose. Ce sucre

n'étant lui-même modifié par aucun des ferments digestifs pris à l'état pur [1] (c'est-à-dire séparés des micro-organismes) est évidemment introduit en nature dans le sang.

» Il importait, pour l'intelligence des phénomènes de la digestion amylacée, de savoir ce que cette substance devient après son absorption. Est-elle impropre aux échanges nutritifs, comme les saccharoses parmi lesquelles elle a été rangée; ou, au contraire, est-elle assimilable, comme la glucose? Telle est la question que nous nous sommes proposé d'élucider.

» Les procédés dont dispose la Physiologie pour résoudre les problèmes de ce genre sont peu nombreux; le premier et le plus convenable consiste à injecter directement dans le sang la substance et à rechercher si l'organisme la conserve, ou s'il la rejette en nature par les émonctoires naturels, tels que les glandes salivaires, le foie, et surtout le rein. C'est ainsi que Miahle et Cl. Bernard ont procédé à propos de l'albumine d'œuf, du glucose et du saccharose. Le second moyen, qui a été employé par l'un de nous [2] à propos du sucre de lait, consiste à faire passer plusieurs fois de suite, par circulation artificielle, dans un organe, tel que la patte postérieure du chien, un sérum ou un sang chargé de la matière qu'on veut étudier. Des analyses successives permettent de juger si cette substance a été consommée. On peut indiquer encore deux autres méthodes dont les applications sont plus limitées ; c'est de rechercher si l'introduction de la substance modifie les échanges respiratoires; et en second lieu, si elle convient à entretenir l'activité automatique d'un organe isolé, tel que le cœur détaché d'un animal à sang froid [3].

» Nous nous sommes restreints, pour des raisons qui ne trouveraient point ici leur place, à la première méthode. Chez des chiens, nous avons injecté, avec les précautions convenables, des solutions étendues et tièdes de maltose dans les veines tibiale et jugulaire, et dans les artères carotide et crurale. Des injections de même genre ont été faites chez le lapin dans le tissu cellulaire sous-cutané.

» Les précautions consistent à opérer très lentement, de manière à si-

[1] BOURQUELOT, *Comptes rendus*, 5 novembre 1883.

[2] A. DASTRE, *Comptes rendus*, 2 avril 1883.

[3] Signalons enfin un dernier procédé qui est du domaine de la Physiologie végétale. Il consiste à ensemencer des ferments et des moisissures dans une solution de la matière à examiner et à chercher si elle est consommée directement sans subir de transformation préalable. Ce procédé a été employé par l'un de nous pour la maltose même. (E. BOURQUELOT, *Comptes rendus*, 10 décembre 1883.)

muler, en quelque sorte, les procédés naturels de l'absorption intestinale, et à employer des solutions dont la densité soit aussi peu éloignée que possible de celle du sang. Opérant sur un chien à jeun, on mettra, par exemple, une heure à faire pénétrer dans le vaisseau 20$^{cc}$ environ d'une solution contenant 4$^{gr}$ de maltose. On recueille la salive et toute l'urine sécrétée pendant plusieurs heures à la suite de l'opération. Pour obtenir l'urine, on se servira d'une sonde à demeure (chien) ou bien l'on fera l'ablation de la vessie lorsque l'on supposera l'élimination terminée.

» Nos expériences se divisent en trois séries : dans la première, nous injectons le maltose pur; dans la deuxième, le maltose est mélangé au glucose; dans la troisième, le maltose est mélangé au saccharose. La première série renseigne, autant que le comporte la méthode, sur la quantité absolue de maltose retenu ou utilisé; les deux autres permettent de faire la comparaison entre l'aptitude nutritive du maltose et celle du glucose et du saccharose, pour lesquels la question est considérée comme résolue. La salive, sécrétée dans quelques cas en quantité considérable, a toujours été trouvée exempte de sucre; ce fait, conforme aux observations de Cl. Bernard [1], nous a permis de limiter nos recherches et nos dosages à la sécrétion urinaire.

» Voici maintenant quelques résultats :

I$^{re}$ Série. — *Injections de maltose.*

| | Durée. | Urine recueillie. | Maltose retrouvé pour 100. |
|---|---|---|---|
| 1. Injection artérielle ............... | 1$^h$45$^m$ | 37$^{cc}$ | 22,4 |
| 2. » ............... | 6$^h$ | 45$^{cc}$ | 24,2 |

» Le premier chien était soumis à la morphine, le second au curare, conditions défavorables à l'utilisation du sucre injecté.

II$^e$ Série. — *Injections de maltose-glucose (poids égaux).*

| | Durée. | Urine recueillie. | Maltose retrouvé pour 100. | Glucose retrouvé pour 100. |
|---|---|---|---|---|
| 3. Injection veineuse............. | 5$^h$25$^m$ | 83$^{cc}$ | 31,5 | 9,7 |

» Environ $\frac{2}{3}$ du maltose et $\frac{1}{10}$ du glucose ont été consommés. Le glucose n'est pas utilisé entièrement : de plus, il semble qu'il soit employé de préférence au maltose par les élé-

(1) Cl. Bernard, *Leçons de Physiologie expérimentale*, t. I, p. 303, et t. II, p. 98.

ments anatomiques, car la proportion de ce dernier qui s'est retrouvée dans les urines est l'une des plus élevées que nous ayons rencontrées.

IIIe Série. — *Injections de maltose-saccharose (poids égaux).*

| | Durée. | Urine recueillie. | Maltose retrouvé pour 100. | Saccharose retrouvé pour 100. |
|---|---|---|---|---|
| | h m | cc | | |
| 4. Injection veineuse........... | 3 | 30 | 18 | 60 |
| 5. » ........... | 2.15 | 20 | 8,69 | 44,9 |
| 6. » ........... | 6 | 45 | 21 | 50,5 |
| 7. Injection artérielle.......... | 2 | 77 | 11,09 | 30 |
| 8. » .......... | 7 | 170 | 31,5 | 72 |
| 9. » .......... | 4 | 250 | 8,54 | 95,3 |
| 10. Injection sous-cutanée (lapin).. | 4 | 55 | 19,2 | 69,5 |

» Tous ces animaux étaient à jeun, bien portants, indemnes de tout narcotique, sauf celui de l'expérience 4, qui avait reçu de la morphine. Les déterminations étaient faites de manière à reconnaître les deux sucres et à les doser séparément. Enfin, dans la plupart des cas, on a constaté que les dernières portions d'urine excrétée ne renfermaient plus de matière sucrée et que, par conséquent, tout ce qui n'était pas recueilli à ce moment avait été consommé.

» On voit, par l'examen des résultats précédents, que la quantité de maltose consommée a été considérable. Elle a été de 91,3, 89 et 91,5 pour 100 dans les expériences 5, 7 et 9, c'est-à-dire comparable à la proportion de glucose pur assimilé dans des circonstances analogues : 90,3 pour 100, expérience 3. D'autres fois, tout en étant moins élevées, les proportions assimilées sont encore restées très fortes : 79, 80,8 et 82 pour 100 dans les expériences 4, 6 et 10. La quantité a toujours été supérieure, sauf deux cas, à 76 pour 100. Quant aux variations ou aux écarts, on pourrait les expliquer, soit par quelque circonstance de l'expérience ou de l'animal, soit par l'influence du curare ou des narcotiques dans les cas où on les a employés.

» En résumé, le maltose injecté dans le sang est consommé par l'économie : il intervient directement dans les échanges organiques; sa consommation est un peu moins facile que celle du glucose, tout en en étant très voisine. Au point de vue de leur utilisation par les éléments organiques, les sucres peuvent se ranger dans l'ordre suivant, en commençant par les plus réfractaires : saccharose, lactose, maltose et glucose [1]. »

[1] Travail du Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne.

MÉDECINE. — *Sur le clapotage stomacal.* Note de M. V. **Audhoui**, présentée par M. Bouley.

« Chomel considérait le clapotage stomacal comme le signe caractéristique d'un état morbide, qu'il appelait la *dyspepsie des liquides.* Dans son idée, l'estomac étant devenu incapable de digérer, d'absorber ou de chasser dans le duodénum les liquides ingérés ou formés sur place, ces liquides s'accumulaient dans sa cavité et il était possible d'en déceler la présence, à tout instant, par certaines manœuvres que je n'ai pas à décrire.

» Chomel considérait le clapotage stomacal, toujours et dans tous les cas, comme un phénomène pathologique. Il affirmait que, chez l'homme sain qui vient de manger et de boire, le clapotage n'existait pas. Après lui, tous les auteurs qui se sont occupés de cette question ont admis que le bruit de flot, provoqué même après boire, indiquait constamment une lésion de l'estomac ou quelque trouble des fonctions gastriques.

» La présente Note a pour objet d'annoncer que le clapotage de l'estomac existe toujours, comme paraissent l'avoir constaté quelques observateurs, à la suite de l'ingestion des liquides, et que ce fait peut être aussi bien normal qu'anormal. Je m'appuie, pour soutenir ces propositions, sur de nombreuses expériences, fréquemment renouvelées, dont voici le dispositif et les résultats :

» *Première expérience.* — Prenez un sujet atteint d'une maladie quelconque des organes digestifs, mais l'estomac vide, et chez lequel les divers moyens d'exploration bien employés ne décèlent aucun bruit de flot.

» Faites boire à ce sujet un verre d'eau, de lait ou de tout autre liquide, et même faites-lui manger de la soupe ou quelque bouillie non trop épaisse.

» Le sujet s'étant couché de nouveau à plat sur le dos, recherchez le clapotage par les moyens usuels et vous le découvrirez aussitôt.

» *Seconde expérience.* — Prenez un sujet sain, dont les organes digestifs ne présentent aucun trouble, aucune lésion; enfin, un jeune homme par exemple, en parfait état de santé.

» Il est à jeun, l'estomac vide, et vous lui faites boire un verre d'eau.

» Le sujet placé alors dans la situation convenable, vous recherchez le clapotement et vous le trouvez.

D'après ces expériences et les faits cliniques connus, on peut donc dire :

» 1° Que le clapotage stomacal est un phénomène indifférent, tantôt pathologique, tantôt physiologique;

2° Qu'il existe toujours et dans tous les cas lorsqu'on le recherche immédiatement ou peu après l'ingestion d'une quantité suffisante de boisson ou de matière alimentaire liquide ou demi-liquide;

3° Enfin, qu'il n'est pas le signe caractéristique d'une maladie de l'estomac, pas plus de la dyspepsie des liquides que de toute autre affection. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Bolide observé le 28 juin 1884 à Concarneau.* Note de M. G. **Pouchet**, présentée par M. Daubrée.

« Samedi soir, 28 juin à $8^h 20^m$, nous avons eu ici le spectacle d'un magnifique bolide, traversant lentement le ciel dans une direction qui m'a paru être approximativement E.-S-.E. à O.-N-.O. Il a disparu derrière l'horizon. Dans la dernière partie de sa trajectoire, la seule que j'aie vue, il était *double*. Le bolide principal était suivi d'un plus petit à une distance à peu près égale à un demi-diamètre lunaire. L'éclat du principal bolide était celui de ces étincelles à parachute que font les artificiers, vues à $100^m$ ou $200^m$. La couleur du bolide m'a paru verdâtre, sans doute par contraste. Ce n'est pas la première fois que des bolides vus dans le crépuscule du soir me présentent cette teinte, et j'ai une grande habitude d'observer mes sensations rétiniennes. Deux personnes immédiatement interrogées m'ont dit : l'une, que le bolide était « jaunâtre, de la couleur de la flamme de la lampe » (qu'on venait d'allumer); l'autre personne a dit tout simplement qu'il était « blanc ». Cette personne est sans aucune éducation scientifique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un bolide observé dans la soirée du 28 juin.* Note de M. L. **Jaubert**.

« Samedi 28 juin, à $9^h 5^m$ du soir, en montant à l'Observatoire populaire, j'ai aperçu, de la place du Trocadéro, un magnifique bolide, d'un splendide jaune d'or, qui traversait tout près de $\beta$ de la Vierge se dirigeant vers la Lune, tout en descendant obliquement vers l'horizon comme s'il allait vers le Soleil.

» Sa marche, d'abord rapide, s'est ralentie après avoir dépassé la Lune. Il a acquis peu à peu un volume très considérable et un très vif éclat tout en

décrivant quelques sinuosités; puis il s'est séparé en deux gros fragments qui ont marché presque ensemble, tout en s'écartant; le plus volumineux était le plus rapproché de l'horizon et un peu en avant, et il a dû atteindre le sol le premier. »

M. P. **Picard** adresse une Note portant pour titre : « Mesure de la vitesse de la lumière au moyen des comètes ».

M. H. **Meilheurat** transmet à l'Académie l'énoncé d'un théorème de Géométrie élémentaire « relatif au tronc de pyramide à bases parallèles et à divers prismes de même hauteur que le tronc ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. J.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

### Ouvrages reçus dans la séance du 16 juin 1884.

(Suite.)

*Cours élémentaire d'Astronomie; par* M. Ch. Delaunay; 7e édition, revue et complétée par M. A. Lévy. Paris, Garnier frères et G. Masson, 1885; 1 vol. in-12.

*Electro-dynamisme vital ou les relations physiologiques de l'esprit et de la matière, etc.; par* A.-J.-P. Philips. Paris, J.-B. Baillière, 1855; in-8°.

*Mémoires de la Société d'Agriculture, de Sciences et d'Arts séant à Douai;* 2e série, t. XV, 1878-1880. Douai, L. Crépin, 1882; in-8°.

*Problèmes de haute Géodésie, extraits de l'Ouvrage danois : « Den danske gradmaaling »; par* C.-G. Andrae; 1er, 2e et 3e cahier. Copenhague, Bianco Lunos, 1881-1883; 3 liv. in-4°.

*Den danske gradmaaling. Fjerdeband, indeholdende de astronomiske iagttagelser og bestemmelsen af sphaeroiden, udgivet af* C.-G. Andrae. Kjobenhavn, Bianco Lunos, 1884; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 juin 1884.

*Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce;* t. XXIX (nouvelle série). Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°.

*Bulletin mensuel de la Société d'acclimatation;* 3e série, t. X, année 1883. Paris, au siège de la Société, 1883; in-8°.

*Géologie agricole. Première partie du cours d'agriculture comparée fait à l'Institut national agronomique; par* E. Risler, t. I. Paris, Berger-Levrault et Librairie agricole, 1884; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

*Piles électriques et accumulateurs. Recherches techniques; par* E. Reynier. Paris, J. Michelet, 1884; in-8°.

*Le protoxyde d'azote, son application aux opérations chirurgicales, etc.; par* A. Préterre. Paris, chez l'auteur, 29, boulevard des Italiens, 1884; in-8°. (Présenté par M. Bouley pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

*Guide hygiénique et médical des voyageurs dans l'Afrique intertropicale; par* Ad. Nicolas, H. Lacaze et Signol. Paris, Martinet, 1881; br. in-8°. (Présenté par M. Bouley pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

*Médecine et thérapeutique rationnelles; par le* Dr H. Coiffier (du Puy). Paris, J.-B. Baillière, 1884; in-12. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

*La mer intérieure africaine et l'ancienne baie de Triton; par* M. le lieutenant-colonel E. Roudaire. Paris, typogr. G. Chamerot, 1884; br. in-8°. (Extrait de la *Nouvelle revue.*)

*Note sur la découverte du système géologique éruptif de la planète Mars; par* Fr. Mayeul-Lamey. Autun, imp. Dejussieu, 1884; br. in-8°.

*Bulletin de la Société centrale d'Agriculture et des Comices agricoles du département de l'Hérault;* juillet-décembre 1883. Montpellier, typog. Grollier, 1884; in-8°.

*Notice sur C.-J. Davaine, lue à la séance de la Société de Biologie du 2 février 1884; par le prof.* A. Laboulbène. Paris, G. Masson, 1884; in-8°.

Gaston Tissandier. *Application de l'électricité à la navigation aérienne. L'aérostat électrique à hélice de MM.* Albert et Gaston Tissandier. Paris, J. Tremblay, 1884; in-4°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Encouragement.*)

*Le mouvement réflexe contagieux; par* M. J. Rambosson. Paris, imp. E. Puget, 1884; br. in-8°.

*Congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne. Traitement et guérison du croup et de la phthisie par les inspirations antimicrobiques et médicamenteuses.* Communication du D^r^ Sandraz. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1884; in-4°.

*Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou;* année 1883, n° 3. Moscou, A. Lang, 1884; in-8°.

*Bulletin de la Société ouralienne d'amateurs des Sciences naturelles;* t. VII, liv. 2, 1 vol. in-f°, texte français et russe.

*Acta mathematica,* journal rédigé par G. Mittag-Leffler; t. IV, liv. 3. Stockholm, Berlin et Paris, 1884; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

*Nederlandsch meteorologisch jaarboek voor* 1883. Utrecht, Kemink et Zoon, 1884; in-4° oblong.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 juin 1884.

*Discours prononcé à l'Assemblée générale de la Société de l'Histoire de Paris, le* 13 *mai* 1884; *par* M. Charles Jourdain, Président de la Société. Nogent-le-Rotrou, imp. Daupeley-Gouverneur, 1884; br. in-8°.

*La Société de l'Histoire de France de* 1833 *à* 1884; *par* M. Charles Jourdain, Membre de l'Institut. Nogent-le-Rotrou, imp. Daupeley-Gouverneur, 1884; br. in-8°.

*Développement de la méthode graphique par l'emploi de la Photographie; par* M. E.-J. Marey. *Supplément à la méthode graphique dans les Sciences expérimentales.* Paris, G. Masson, 1885; in-8°.

*Revues scientifiques publiées par le journal* La République française *sous la direction de* M. Paul Bert; sixième année. Paris, G. Masson, 1884; in-8°.

*Mémoires de la Société d'émulation d'Abbeville,* 3^e^ serie, t. III, 1877-1883. Abbeville, typogr. Paillart, 1884; in-8°.

*Le choléra dans la Basse-Egypte en* 1883; *par le* D^r^ Dutrieux-Bey. Paris, Berthier, 1884; in-8°. (Présenté par M. de Lesseps.)

*Bourg-en-Bresse. Salubrité. — Statistique* 1872-1883. *Réponse à M. Authier; par le* D^r^ Passerat. Bourg, imp. Villefranche, 1884; br. in-8°.

*De la préservation du choléra épidémique; par le* D^r^ Max Simon. Paris, V. Masson, 1885; 1 vol in-12. (Deux exemplaires.)

*De l'influence de l'état de l'atmosphère sur l'apparition des couleurs dans la scintillation des étoiles, au point de vue de la prévision du temps; par* M. CH. MONTIGNY. Bruxelles, F. Hayez, 1884; br. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

*Action du cuivre sur l'économie. Histoire d'un village; par l'*abbé A. HOULÈS. Paris; publications de la Société française d'hygiène, 1884; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

*La prophylaxie morale de la phthisie dans l'armée; par* A.-M. DA CUNHA BELLEM. Lisbonne, 1880; br. in-8°.

*Chassons la syphilis; par le* Dr DA CUNHA BELLEM. Lisbonne, 1880; br. in-8°.

*La propriété littéraire; par* A.-M. DA CUNHA BELLEM. Lisbonne, sans date; br. in-8°.

*Nos casernes; par* GUILHERME ENNES. Lisbonne, 1880; br. in-8°.

A.-M. DA CUNHA BELLEM E GUILHERME JOSÉ ENNES. *Claroes e reflexos do progresso medico.* Lisboa, 1880; in-8°. (Ces cinq derniers Ouvrages sont présentés par M. le baron Larrey.)

*Diseases of the heart and thoracic aorta; by* BYROM BRAMWELL. Edinburg, Young J. Pentland, 1884; in-8° relié.

*Il primo secolo della R. Accademia delle Scienze di Torino. Notizie storiche e bibliografiche* (1783-1883). Torino, Paravia, 1883; in-4°.

*Memorie della reale Accademia delle Scienze di Torino*, t. XXXV. Torino, E. Loescher, 1884; in-4°.

*Reale Accademia dei Lincei. Giovanni frattini. Intorno ad alcune proposizioni della teoria delle sostituzioni. I gruppi transitivi di sostituzioni dell'istesso ordine e grado. — I gruppi a k dimensioni.* Roma, Salviucci, 1883-1884; 3 br. in-4°.

*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg;* 7e série, t. XXXI, nos 11 à 16; t. XXXII, nos 1 et 2. Saint-Pétersbourg, 1884; 8 liv. in-4°.

*Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg;* t. XXIX, n° 1; Saint-Pétersbourg, 1883; in-4°.

*Annalen des physikalischen central Observatoriums; herausgegeben von* H. WILD; Jahrgang 1882; Theil II. Saint-Petersbourg, 1883; in-4°.

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-DIX-HUITIÈME.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

## TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1884.

## TABLE DES MATIÈRES DU TOME XCVIII.

### A

## D

## E

F



G

## H

## I



## L

## M

## N

# O



# P

## R



## S

## T



## U

## V

## Z

# TABLE DES AUTEURS.

## A

## B

## C

# D

## E



## F

## G

## H

## I



## J

## K



## L

# M

## N



## O



## P

## Q



## R

## S

## T

U

## V



## W

## Y



## Z



GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
9500 Paris. — Quai des Augustins, 55.

